

SÉRIE A, N° 620

N° D'ORDRE
1356

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

André GUILLAUMIN

PRÉPARATEUR AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES SUR LA STRUCTURE ET LE DÉVELOPPEMENT
DES BURSÉRACÉES. APPLICATION A LA SYSTÉMATIQUE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 17 Janvier 1910 devant la Commission d'examen.

MM. G. BONNIER *Président.*

CHATIN } *Examineurs.*
HAUG }

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

—
1910



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547123_0018

SÉRIE A, N° 620

N° D'ORDRE
1336

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

André GUILLAUMIN

PRÉPARATEUR AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES SUR LA STRUCTURE ET LE DÉVELOPPEMENT
DES BURSÉRACÉES. APPLICATION A LA SYSTÉMATIQUE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le *17* Janvier 1910 devant la Commission d'examen.



MM. G. BONNIER *Président.*

CHATIN }
HAUG } *Examineurs.*

PARIS

MASSON ET C^{ie}, ÉDITEURS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1910

UNIVERSITÉ DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

MM.

Doyen..... P. APPELL, *Professeur*... Mécanique rationnelle.
Doyen honoraire..... G. DARBOUX..... Géométrie supérieure.

Professeurs honoraires.. { L. TROOST.
Ch. WOLF.
J. RIBAN.

LIPPMANN..... Physique.
BOUTY..... Physique.
BOUSSINESQ. Physique mathématique et
Calcul des probabilités.
PICARD..... Analyse supérieure et
Algèbre supérieure.
H. POINCARÉ..... Astronomie mathématique
et Mécanique céleste.
Y. DELAGE..... Zoologie, Anatomie, Phy-
siologie comparée.
G. BONNIER..... Botanique.
DASTRE..... Physiologie.
KOENIGS..... Mécanique physique et ex-
périmentale.
VÉLAIN..... Géographie physique.
GOURSAT..... Calcul différentiel et cal-
cul intégral.
CHATIN..... Histologie.
PELLAT..... Physique.
HALLER..... Chimie organique.
JOANNIS..... Chimie (Enseign^t P. C. N.).
JANET..... Physique (— —)
WALLERANT..... Minéralogie.
ANDOYER..... Astronomie physique.
PAINLEVÉ..... Mathématiques générales.
HAUG..... Géologie.
TANNERY..... Calcul différentiel et calcul
intégral.
RAFFY..... Application de l'analyse à
la Géométrie.
HOUSSAY..... Zoologie.
H. LE CHATELIER..... Chimie.
G. BERTRAND..... Chimie biologique.
M^{me} P. CURIE..... Physique générale.
CAULLERY..... Zoologie (Évolution des
êtres organisés).
C. CHABRIÉ..... Chimie appliquée.
G. URBAIN..... Chimie.
BOREL..... Théorie des fonctions.
N..... Zoologie, anatomie, physio-
logie comparée.

Professeurs adjoints... { PUISEUX..... Mécanique et Astronomie.
LEDUC..... Physique.
MATRUHOT..... Botanique.
MICHEL..... Minéralogie.
G. PRUVOT..... Anatomie comparée.

Secrétaire A. GUILLET.

A

M. l'Abbé JEAN MAUMUS

ATTACHÉ A L'INSTITUT PASTEUR

DOCTEUR ÈS SCIENCES

DOCTEUR EN MÉDECINE DE LA FACULTÉ DE PARIS

LAURÉAT DE LA FACULTÉ

Hommage d'affectueuse reconnaissance.

A MES MAÎTRES DU MUSÉUM ET DE LA SORBONNE

M. GASTON BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT,
PROFESSEUR A LA SORBONNE

M. HENRI LECOMTE

PROFESSEUR AU MUSÉUM

M. MARCEL DUBARD

MAÎTRE DE CONFÉRENCES A LA SORBONNE
SOUS-DIRECTEUR DU LABORATOIRE COLONIAL DU MUSÉUM

Hommage respectueux et témoignage de vive gratitude.

RECHERCHES
SUR LA
STRUCTURE ET LE DÉVELOPPEMENT
DES BURSÉRACÉES

APPLICATION A LA SYSTÉMATIQUE

Par A. GUILLAUMIN

INTRODUCTION

LIMITES DE LA FAMILLE DES BURSÉRACÉES, SA POSITION DANS LA
CLASSIFICATION.

Si l'on ne considère que *grosso modo* la morphologie et l'organisation générale des Burséracées, cette famille paraît très voisine des Anacardiacees : les feuilles sont presque toujours composées ; la fleur, du type 3 ou 5, est à androcée normalement diplostémone ; il existe un disque nectarifère généralement intrastaminal et l'ovaire unique est formé de plusieurs carpelles. Cela explique que beaucoup d'auteurs ont réuni les Burséracées et les Anacardiacees (1) en une seule famille sous le nom de Térébinthacées : c'est ainsi qu'en 1825 Kunth, suivant l'exemple d'Ant.-Laur. de Jussieu (1785), considérait les Burséracées comme faisant partie des *Terebinthaceæ* mais en leur donnant la valeur d'une tribu, opinion admise par Aug.-Pyr. de Candolle dans le *Prodromus* (1825), par Bentham et Hooker dans le *Genera Plantarum* (1867), par Le Maoût et De Caisne

(1) Dans leur *Cours de Botanique*, MM. Bonnier et Leclerc du Sablon emploient le nom de Térébinthacées comme synonyme d'Anacardiacees : il vaudrait mieux, ce semble, réserver à ce mot son acception primitive de groupe plus général.

dans leur traité de Botanique (1876), soutenue plus récemment par M. van Tieghem dans son traité de Botanique et enseignée encore par M. Flahault dans son cours de 1892-93.

Toutefois, si les Burséracées et les Anacardiées ont la même disposition des pièces florales et les mêmes caractères anatomiques (canaux sécréteurs dans le liber), elles diffèrent par un caractère parfaitement fixe : le nombre des ovules dans chaque carpelle ; il y en a deux chez les Burséracées, un seul chez les Anacardiées. Les Rutacées possédant des organes sécréteurs internes, une fleur à androcée généralement diplostémone et un ovaire pluriloculaire renfermant normalement plus d'un ovule par carpelle, il a été tout naturel d'en rapprocher les Burséracées ; aussi n'est-il pas étonnant que MM. Léon Marchand en 1869 et Engler en 1882 (*Flora brasiliensis*, XII) qui admettaient les Burséracées comme famille, y aient incorporé les Amyridées. Du reste, dès l'année suivante, Engler dans les *Monographiæ Phanerogamarum*, IV (1883) les en exclut, mais en conservant dans les Burséracées le genre *Ganophyllum* et en continuant de les situer au voisinage des Anacardiées. En 1896, dans les *Pflanzenfamilien*, et en 1898 dans le *Syllabus der Pflanzenfamilien*, ce même auteur rejette le genre *Ganophyllum* et place les Burséracées dans la série des Géraniales tandis qu'il range les Anacardiées dans les Sapindales.

Depuis lors, Engler a créé (1) deux genres nouveaux, *Porphyranthus* et *Canariastrum* pour des plantes incomplètes de Zenker ; nous avons montré (2), d'après les échantillons recueillis par M. Aug. Chevalier, que le genre *Porphyranthus* ne saurait être une Burséracée ; quant au genre *Canariastrum*, nous ne le connaissons que par la description.

Nous avons également indiqué (3), à la suite de l'étude d'échantillons-types, que le *Sorindeia trimera* d'Oliver devait être incorporé au genre *Pachylobus*, sous le nom de *Pachylobus trimerus* Guillaumin, mais que, par contre, le *Pachylobus dahomensis* devait être rejeté dans les Anacardiées.

(1) *Botanische Jahrbücher*, XXVI, 1899.

(2) Morot, *Journ. de Bot.*, 1908.

(3) *Ibid.*, 1909.

Il nous a semblé (1) également difficile d'admettre la fusion du genre *Dacryodes* avec le genre *Pachylobus* et l'on ne trouve aucun caractère différentiel bien tranché entre les *Santiriopsis* et les *Pachylobus*. En sorte que la famille des Burséracées, ainsi comprise, renferme, suivant l'ordre d'Engler, les genres suivants :

1. *Crepidospermum*,
2. *Protium*,
3. *Tetragastris*,
4. *Trattinickia*,
5. *Canarium*,
6. *Canariellum*,
7. *Pachylobus*,
8. *Dacryodes*,
9. *Santiria*,
10. *Scutinanthe*,
11. *Aucoumea*,
12. *Triomma*,
13. *Boswellia*,
14. *Bursera*,
15. *Commiphora*,
16. *Garuga*,
17. *Canariastrum* (*genus incertæ sædis* peut être voisin de *Canarium* au dire d'Engler).

A la suite de nos recherches sur l'anatomie comparée du genre *Pachylobus*, nous avons constaté qu'on pouvait, presque toujours, y reconnaître les espèces par la seule étude anatomique. La forme et la structure particulière des embryons et des jeunes plants a également frappé notre attention, de sorte que nous nous proposons ici de rechercher si l'anatomie de l'adulte et l'étude morphologique et anatomique du développement ne viennent pas indiquer certaines affinités entre les genres et jeter quelque lumière sur la classification.

Dans la première partie, uniquement descriptive, nous suivrons l'ordre des genres précédemment établi, étudiant successivement dans chaque genre :

- 1° Les organes végétatifs de l'adulte,

(1) *Bull. du Mus.*, 1907, n° 7, et 1908, n° 3.

- 2° La fleur,
- 3° Les fruits, noyaux et embryons,
- 4° Les germinations dans leur aspect extérieur et leur organisation interne.

Dans la seconde partie, nous tâcherons de tirer quelques conclusions intéressant la systématique anatomique et morphologique ; en comparant celles-ci à celles fort intéressantes mais malheureusement encore très élémentaires, fournies par l'étude des produits, nous nous efforcerons d'élaborer une classification vraiment rationnelle de la famille et de dégager les affinités réelles des Burséracées.

Grâce aux nombreuses collections de l'Herbier du Muséum, grâce à celles de l'herbier de l'Afrique occidentale française recueillies par M. Aug. Chevalier, grâce enfin aux envois de nombreux correspondants, nous avons pu étudier l'anatomie de l'adulte chez près de quatre-vingts espèces ; malheureusement, quand il s'est agi de nous procurer des semences et des germinations, nous nous sommes heurtés à des difficultés souvent insurmontables, en sorte que l'étude du développement présente forcément de nombreuses lacunes que nous espérons pouvoir combler par la suite.

C'est pour nous un devoir bien agréable de remercier ici nos maîtres MM. Bonnier, professeur de Botanique à la Sorbonne, Lecomte, professeur de Phanérogamie au Muséum, et Dubard, maître de conférences à la Sorbonne et sous-directeur du Laboratoire colonial du Muséum, pour leur grande bienveillance à notre égard et les nombreux conseils qu'ils nous ont prodigués, ainsi que M. Costantin, professeur de culture au Muséum qui a bien voulu très aimablement mettre les serres du Muséum à notre disposition pour les semis dont nous avons eu besoin.

Nous sommes également très heureux de remercier pour les matériaux d'études et les renseignements qu'ils nous ont procurés, Son Excellence M. le Dr Treub, directeur de l'Institut botanique de Buitenzorg ; MM. Renouf, directeur de l'Agriculture au Punjab ; Willis, directeur de l'Institut botanique de Péradénia ; Ridley, directeur du jardin botanique de Singapoore ; Maiden.

directeur du jardin botanique de Sidney ; Haffner, directeur du jardin botanique de Saïgon ; Huber, directeur du Musée Goeldi au Para ; Evans, surintendant du jardin botanique de la Trinidad ; Rose, curateur de l'herbier national des États-Unis à Washington ; le professeur D^r Heckel, directeur de l'Institut colonial de Marseille ; Krempf, de la mission permanente d'Indo-Chine et directeur par intérim du jardin botanique de Saïgon ; Serre, vice-consul de France à la Havane ; Aug. Chevalier, sous-directeur de l'École des Hautes-Études au Muséum, chargé de missions dans l'Afrique occidentale ; Dignet, correspondant du Muséum ; de Mendonça, planteur à San Thomé ; D^r Nordmann, à Tientsin ; Brandegee, curateur honoraire de l'herbier de l'Université de Berkeley (Californie), ainsi que MM. les administrateurs des provinces de Diégo-Suarez, Tamatave et Fénérive et le Commandant du cercle de Mœvatanana.

Nous remercions tout particulièrement le R. P. Klaine, missionnaire apostolique, qui, malgré son grand âge et les soins de son ministère, n'a pas cessé, pendant plusieurs années, de nous fournir d'abondants matériaux jusqu'au jour où, terrassé par la paralysie, il lui a été impossible de continuer ses excursions autour de Libreville.

Ce travail a été fait, partie au laboratoire de Phanérogamie du Muséum, partie aux laboratoires de Botanique de la Faculté des sciences à Paris et à Fontainebleau.

PREMIÈRE PARTIE

1. — CREPIDOSPERMUM Hooker f.

Nombre des espèces : 2.

Espèces étudiées : *C. rhoifolium* Triana et Planchon, *C. Goudotianum* Triana et Planchon.

Tige. — Chez le *C. rhoifolium* la moelle est à cellules minces mais irrégulières; le péricycle est formé d'ares continus à cellules inégales, les unes petites, les autres très grandes; les rayons médullaires sont presque toujours unisériés et l'on trouve des sclérites disséminés par petits groupes dans l'écorce où Jadin signale quelques cristaux simples d'oxalate de calcium. Les mêmes particularités se retrouvent chez le *C. Goudotianum*, toutefois les cellules médullaires de la tige sont moins inégales et je n'ai pas trouvé de cristaux d'oxalate.

Feuille. — Dans la feuille on ne rencontre pas d'hypoderme,

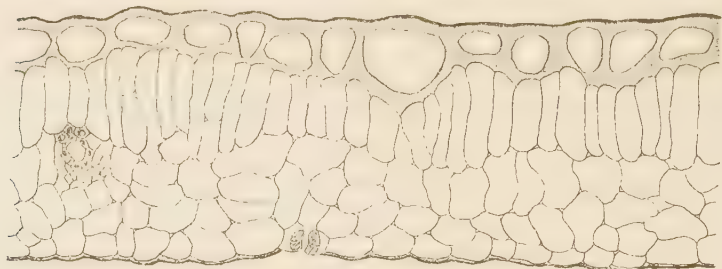


Fig. 1. — *Crepidospermum rhoifolium*. — Coupe transversale d'une foliole : Gr. 215.

mais l'épiderme est constitué par des cellules de grande dimension, tandis que celles de la couche palissadique sont peu élevées mais souvent dédoublées dans le sens de la hauteur, principalement chez le *C. Goudotianum*, où certaines d'entre elles, de taille deux ou trois fois plus grande, renferment des cristaux d'oxalate rarement groupés en mâcles.

La face inférieure est parsemée de poils affectant une forme très particulière, signalés chez les *Caurium hispidum*, *Dacryodes*

hexandra, *Santiria mollis* et *bornensis* : ils sont pluricellulaires et contournés sur eux-mêmes, ce qui leur a valu de Solereder le nom significatif de « poils en escargot ». Suivant toute vraisemblance ils sont sécréteurs.

On voit, qu'au point de vue anatomique, ces deux espèces ne diffèrent que par de très petits caractères de plus ou de moins ; morphologiquement, elles sont aussi bien voisines puisqu'elles ne se distinguent que par les feuilles qui sont serretées ou non et les inflorescences qui égalent le tiers de la feuille ou à peine la moitié.

Fleur. — La fleur est du type $\bar{3}$, mais il n'y a que cinq étamines alternipétales au lieu de dix en deux verticilles insérés au même niveau. Le disque est annulaire. L'avortement d'un verticille staminal est également normal chez certaines Anacardiées.

Fruit et embryon. — Le fruit est drupacé, à péricarpe résineux et renferme un à trois noyaux crustacés uniloculaires. Fait unique pour la famille, mais très fréquent — on pourrait presque dire constant — chez les Anacardiées, l'embryon est courbe ; les cotylédons sont entiers, incurvés, cachent presque complètement la radicule et présentent une coloration verte peu fréquente pour la famille (*Canarium Balansæ*, *Bursera Simaruba*). Nous n'avons pu étudier les germinations.

En résumé, le genre *Crepidospermum* est particulièrement remarquable par son androcée et ses embryons qui tous deux rappellent certaines Anacardiées.

2. — **PROTIUM** Burmann.

Nombre des espèces : 52.

Espèces étudiées : *P. Almecega* March., *P. Beandou* March., *P. brasiliense* Engl., *P. Copal* Engl., *P. crassifolium* Engl., *P. elegans* Engl., *P. grandifolium* Engl., *P. heptaphyllum* March., *P. Icariba* March., *P. javanicum* Burm., *P. madagascariense* Engl., *P. multiflorum* Engl., *P. obtusifolium* March., *P. reticulatum* Engl., *P. serratum* Engl.

Le genre *Protium* forme, au point de vue anatomique, un tout très homogène où l'on ne peut guère observer de variations sensibles.

Tige. — Dans la tige, la moelle est formée de cellules régulières, égales, à parois minces, les rayons médullaires sont uni ou bisériés, on rencontre de nombreux canaux sécréteurs dans le liber secondaire, les arcs péricycliques sont relativement peu épais et formés de cellules homogènes et l'écorce présente souvent des sclérites. C'est exactement les particularités qu'on rencontre chez tous les *Protium* de la section *Marignia* et les *P. heptaphyllum*, *P. multiflorum*, *P. Copal*, *P. Almecega*, *P. elegans* et *P. brasiliense*, avec cette différence que, dans cette dernière espèce, les arcs péricycliques homogènes sont réunis entre eux par de grandes cellules sclérifiées. Chez le *P. serratum*, les sclérites font défaut dans l'écorce, mais on y rencontre de grandes et nombreuses lacunes probablement sécrétrices.

Jadin (1) indique en outre dans cette espèce des canaux sécréteurs dans la moelle, mais nous n'en avons jamais observé, bien que nous ayons étudié des échantillons indiscutablement bien déterminés.

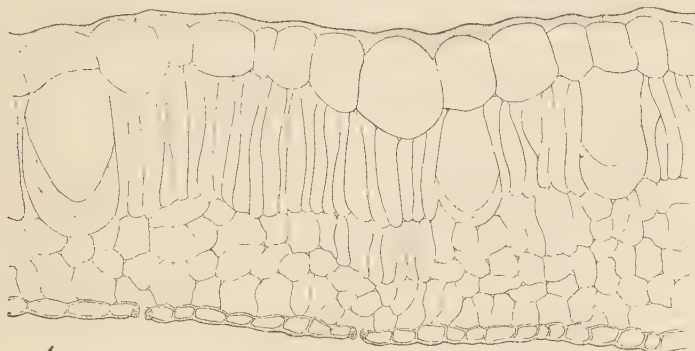
Quant à la présence ou l'absence d'oxalate en mâcles ou en cristaux simples, il ne saurait y avoir là un caractère de spécification anatomique puisque, pour deux échantillons de *P. serratum* aussi comparables que possible, l'un n'en possédait pas, tandis que les cristaux abondaient dans le second.

Feuille. — L'anatomie de la feuille, de même que celle de la tige, ne présente que des variations bien minimes d'une espèce à l'autre : jamais il n'y a d'hypoderme ; il est extrêmement rare que l'assise palissadique soit dédoublée ; encore, dans ce cas, ne forme-t-elle pas deux assises régulières continues, superposées ; il est très fréquent de rencontrer des cellules mucilagineuses dans l'épiderme supérieur, tandis que nous n'en n'avons pas remarqué à la face inférieure, on en rencontre en outre parfois dans l'assise palissadique qui présente fréquemment des cellules beaucoup plus larges, courtes et renflées contenant un cristal d'oxalate. La feuille ne présente aucune symétrie par rapport à un plan horizontal puisque le tissu palissadique ne se trouve qu'à la face supérieure ; c'est donc à tort que Stépowski (2) l'a qualifiée de bifaciale.

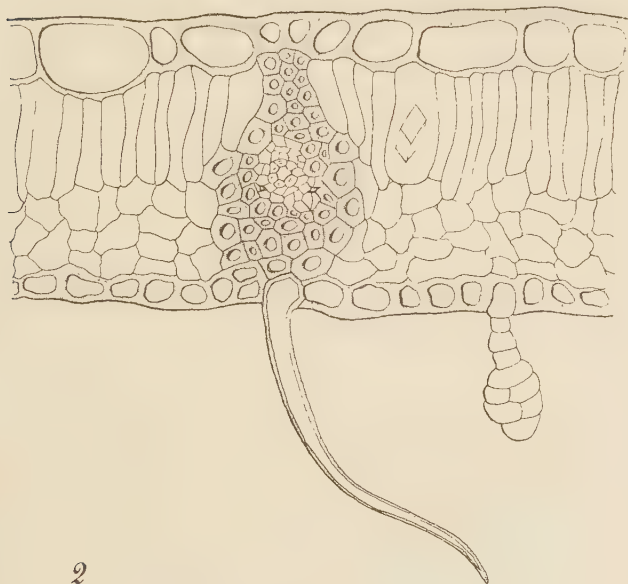
(1) *Journ. de Bot.*, 1893.

(2) *Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die oberirdischen vegetations-*

La feuille du *P. reticulatum* présente un épiderme supérieur à cellules toutes grandes mais peu épaisses et un épiderme inférieur papilleux : c'est la seule espèce de *Protium* chez qui nous



1



2

Fig. 2. — Coupes transversales de folioles de *Protium*. — 1, *P. javanicum*
2, *P. serratum* : Gr. 215.

avons observé cette particularité, elle est du reste assez aberrante du type du genre, à cause de son fruit déhiscent à maturité et de ses noyaux intimement juxtaposés mais non soudés entre eux.

organe der Burseraceæ, Dipterocarpeæ, und Guttiferæ mit besonderer berücksichtigung der Sekretbehälter, 1905.

La feuille du *P. crassifolium* est absolument comparable à celle du *P. reticulatum* sauf le manque de papilles à l'épiderme inférieur, tandis que le *P. Icicariba* présente souvent un dédoublement partiel de l'assise palissadique.

Les *P. Almecega*, *Copal*, *elegans*, *grandifolium* et *heptaphyllum* sont également dépourvus de cellules mucilagineuses, tandis qu'on en rencontre dans l'épiderme supérieur de tous les *Protium* de la section *Murignia* et dans la couche palissadique du *P. javanicum*.

Nous avons rencontré des lacunes probablement sécrétrices dans le mésophylle de la feuille du *P. brasiliense*. Au sujet de cette espèce, nous ferons remarquer que C. de Candolle (1) a décrit avec figure à l'appui « des faisceaux (intramédullaires) formant un anneau interne fermé, orienté à contre-sens » dans le pétiole de la feuille des *Icicopsis* (*Protium*) *brasiliense* Engl. et *insigne* Engl. Tout d'abord cela semble être une particularité bien étrange pour le genre car, comme nous le montrerons par la suite, il n'existe de faisceaux médullaires que dans les genres à fleur du type 3. Nous avons du reste vérifié les dires de C. de Candolle sur les échantillons vus et cités par Engler dans les *Monographie Phanerogamarum* IV, p. 70, comme constituant les types de l'espèce créée par lui et nous n'avons rien rencontré ressemblant, de près ou de loin, à un anneau libéro-ligneux médullaire orienté à contre-sens; nous n'avons pu étudier anatomiquement le pétiole et le pétiolule du *P. insigne*, mais il nous semble bien peu probable qu'il puisse présenter la particularité indiquée par C. de Candolle.

Le limbe des feuilles est souvent garni de longs poils tecteurs plus ou moins crochus (*P. Almecega* et *serratum*, *P. Spruceanum* d'après Solereder). Nous avons en outre observé des poils capités sur la face inférieure de la feuille de *P. serratum*.

Fleur. — On sait que la fleur est gamosépale, dialypétale, du type 4-5 avec anneau nectarifère intrastaminal. Il est extrêmement rare que ce dernier avorte totalement dans la fleur ♂. En coupe transversale, dans une fleur ♂ l'anneau nectarifère présentait sur ses deux faces un tissu nectarifère non papilleux,

(1) *Anatomie comparée des feuilles chez quelques familles de Dicotylédones* (Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève, XXVI, 1879).

abondamment pourvu de stomates, tandis que la partie médiane n'était constituée que par un parenchyme quelconque : il n'y avait aucun vaisseau.

L'ovaire présente 4-5 loges à 2 ovules chacune ; le rudiment d'ovaire de la fleur ♂ du *P. javanicum* ne présente aucune trace de loges : au centre se trouve un très gros faisceau libéro-ligneux, tandis que les faisceaux périphériques correspondant aux faisceaux carpellaires sont uniquement parenchymateux.

Fruit. — Le fruit est drupacé à 4-5 noyaux, libres les uns des autres, mais parfois intimement juxtaposés (*P. reticulatum*), à une seule loge chacun ; à maturité la partie non ligneuse est indéhiscence, rarement à déhiscence septicide. Il semble donc qu'à ce point de vue le genre *Protium* constitue un passage entre les genres à fruits déhiscents et ceux à fruits indéhiscents, car on ne trouve aucune différence générique entre les 2 groupes de *Protium* qui puisse justifier un démembrement du genre.

Embryon et germination. — Nous avons pu étudier le développement du *P. javanicum* grâce à des semences que nous a envoyées Son Excellence le Dr Treub.

Le noyau s'ouvre suivant une ligne longitudinale se confon-

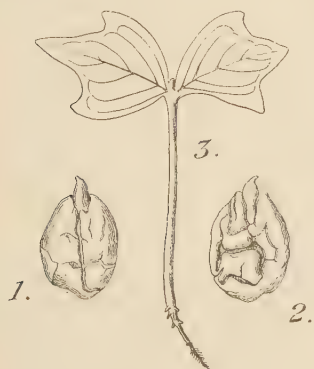


Fig. 3. — *Protium javanicum*. — 1, embryon de face $\times 3$; 2, embryon de dos $\times 3$; 3, cotylédons dépliés : Gr. nat.



Fig. 4. — Germination de *Protium javanicum*.

dant avec son grand axe, les cotylédons sont presque sessiles, minces, foliacés, plissés, et ne verdissent qu'en sortant de terre,

— c'est dire qu'ils sont épigés (1) Ils ne sont pas divisés jusqu'à leur base (composés) comme chez les *Garuga*, *Canarium*, *Bursera*, mais présentent seulement trois lobes triangulaires très nets ; il y a 5 nervures partant de la base du limbe, et s'anastomosant à leur extrémité ; la nervure médiane présente seule des ramifications pennées dans sa partie supérieure.

Les premières feuilles sont à 3 folioles, l'impaire étant la plus

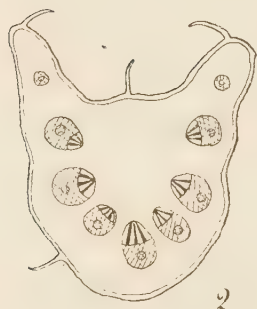


Fig. 5. — *Protium javanicum*. — 1, coupe transversale d'un jeune pétiole cotylédonaire montrant deux faisceaux libéro-ligneux et, entre eux, un faisceau de bois primitif en voie de disparition : Gr. 215 ; 2, schéma de la coupe transversale du pétiole de la première feuille : Gr. 40.

grande, toutes sont serretées dans leur moitié supérieure, alors que chez l'adulte toutes les folioles sont absolument entières. Exceptionnellement les premières feuilles peuvent être simples, mais les deux folioles latérales sont indiquées par deux lobes très visibles ; nous avons observé un cas où la deuxième feuille était transformée en deux ascidies successives disposées en chapelet.

La phyllotaxie des premières feuilles paraît assez variable, car elles sont tantôt franchement alternes, tantôt insérées au même niveau, mais dans ce cas, l'une des feuilles commence à se développer avant l'autre, car elles sont faussement opposées.

(1) Les cotylédons sont toujours épigés chez les Burséracées.

Jamais il n'y a de stipules, tous les *Protium* en sont du reste dépourvus.

L'axe hypocotylé jeune présente 10 faisceaux et dans sa partie supérieure on rencontre à la fois la structure alterne et la structure superposée sans vaisseaux intermédiaires : cette disposition peut se suivre jusque dans le pétiole des cotylédons de germinations relativement âgées (quand les cotylédons sortis de terre sont dépliés, avant l'apparition de la première feuille).

Sur le pétiole cotylédonaire, de même que sur la tige jeune, on rencontre des poils tecteurs unicellulaires allongés et des poils capités analogues à ceux de la face inférieure du *P. serratum*.

L'assise subéro-phellodermique de la tige se forme de bonne heure dans la couche sous-hypodermique et fonctionne déjà quand il y a deux feuilles ; à ce moment, le périycle est déjà sclérifié. L'oxalate se dépose en cristaux et en mâcles dans l'écorce ; nous avons vu précédemment qu'il y subsistait à l'état adulte.

Le pétiole de la première feuille présente, non pas un cercle de faisceaux comme chez l'adulte, mais seulement un arc largement ouvert à sa partie supérieure. La structure du limbe est comparable à celle de l'adulte ; toutefois il existe sur la face supérieure quelques poils tecteurs comme sur la jeune tige et les cristaux d'oxalate manquent dans le tissu palissadique qui ne possède pas, par suite, les énormes cellules renflées dont nous avons parlé.

En résumé, le genre *Protium* est caractérisé par la forme des cotylédons, le fruit et les noyaux.

3. — TETRAGASTRIS Gärtner.

Nombre des espèces : 3.

Espèce étudiée : *T. balsamifera* Ktze.

Tige. — Chez la *T. balsamifera*, la moelle est à cellules minces, petites quoique de taille inégale, les arcs scléreux péricycliques

sont continus et formés de petites cellules régulières et il n'y a pas de sclérites dans l'écorce, mais celle-ci présente d'assez nombreuses cavités sécrétrices. Nous n'avons trouvé de l'oxalate qu'en cristaux simples, peu nombreux, localisés seulement dans l'écorce; Jadin en a signalé en outre dans les plus grandes cellules de la moelle.

Feuille. — Le pétiole est entouré, sur une face seulement, d'une couche subéreuse assez épaisse et présente les mêmes caractéristiques que la tige; Stépowski y signale dans le parenchyme de nombreuses cellules mucilagineuses que nous n'avons pas observées.

Le limbe ne présente pas d'hypoderme, l'assise palissadique ne comprend qu'une seule couche et nous n'avons observé ni cellules mucilagineuses ni poils. C'est également à tort que Stépowski appelle une telle feuille bifaciale puisque les deux faces ne présentent entre elles aucune symétrie; il applique du reste ce qualificatif aux feuilles de toutes les Burséracées qu'il a étudiées alors qu'aucune ne l'est réellement; il veut probablement exprimer par ce mot qu'il existe des stomates sur les deux faces du limbe, mais là encore le terme serait inexact puisqu'il y a une très grande différence entre le nombre des stomates des deux faces.

Fleur. — La fleur est du type 5, souvent incomplet par avortement d'une pièce à chaque verticille du périanthe et des deux pièces correspondantes dans l'androcée, c'est dire que celui-ci est diplostémone. Les pétales sont soudés sur la moitié de leur longueur environ, le disque est un anneau épais englobant à son intérieur un ovaire massif à style nul, présentant 5-3 loges biovulées.

La soudure des pétales entre eux est remarquable, d'autant plus qu'elle est très rare chez les Burséracées (*Trattinickia* qui a la fleur du type 3 et, parmi les genres à fleur du type 5, *Commiphora* et *Garuga*), encore ces deux derniers genres présentent-ils un mode d'organisation florale très différent, le calice, la corolle, et l'androcée étant, tous trois, soudés entre eux à leur partie inférieure, et tapissés par le disque non en forme d'anneau).

Fruit et embryon. — Le fruit des *Tetragastris* est drupacé,

indéhiscents à 3-3 noyaux ligneux uniloculaires distincts et libres les uns des autres; dans chacun de ceux-ci se trouve un embryon unique (1) à radicule courte, à cotylédons entiers, non plissés, épais, hémisphériques, absolument bourrés d'une huile limpide, aromatique, jaune clair, exsudant à la moindre blessure.

Ces cotylédons ni repliés, ni plissés, sont exceptionnels pour la famille des Burséracées et rappellent d'assez loin chacun des lobes ou plutôt des pyramides cotylédonaires des *Pachylobus*. A maturité, il y existe déjà des faisceaux libéro-ligneux en formation et des canaux sécréteurs libériens.

Le seul autre genre de Burséracées ayant des cotylédons non plissés est, comme nous l'avons vu, le *Crepidosperrum*, mais l'embryon est courbé dans son ensemble, ce qui rappelle certaines Anacardiées; il est par ailleurs parfaitement distinct du *Tetragastris* à cause de sa corolle dialypétale, de son androcée isostémone et de son ovaire à style développé, sans parler de la forme du disque.

En résumé, le genre *Tetragastris* est particulièrement remarquable par sa corolle et son embryon.

4. — TRATTINICKIA Willdenow.

Nombre des espèces : 4 (2).

Espèces étudiées : *T. burseræfolia* Mart., *T. rhoifolia* Willd.

Tige. — Chez le *T. burseræfolia*, la moelle est formée de cellules homogènes, non sclérifiées, tandis que chez le *T. rhoifolia* la zone externe de la moelle est constituée par des cellules allongées fortement sclérifiées et la zone interne par des cellules régulières mais sclérifiées par plages.

(1) Engler a observé dans certains cas le développement complet des deux ovules d'une même loge.

(2) Nous ne considérons le *Trattinickia Schwackeana* Glaziov (*nomen*) que comme une variété du *T. burseræfolia*, caractérisée : 1° par les pédicelles floraux égalant toute la fleur et non le calice seulement; 2° par l'acumen des folioles atteignant 2 centimètres au lieu d'être très court ou même nul; 3° par les veinules saillantes au lieu d'être non saillantes.

Jadin indique des cellules médullaires scléreuses réunies par masses chez le *T. burseræfolia* mais sans parler de la zone externe

de la moelle : ce caractère, serait-il variable puisque nous n'avons justement pas trouvé de cellules médullaires scléreuses dans cette espèce, ou bien y aurait-il erreur de détermination de l'échantillon étudié ?

Si dans les deux espèces les rayons médullaires sont très nombreux et unisériés, par contre les arcs scléreux péricycliques sont formés de cellules régulières chez le *T. burseræfolia* tandis qu'on en rencontre à la fois de petites et de grandes chez le *T. rhoifolia*. Il existe des sclérites corticaux chez ces deux espèces, mais elles sont localisées surtout dans la partie interne chez le *T. burseræfolia*. Solereder, le premier, a signalé la présence de fibres filiformes dans le liber primaire et nous les avons également observées. Jadin n'avait rencontré dans la tige que de rares cristaux simples d'oxalate ; nous n'en avons pas vu dans la tige mais ils étaient très nombreux dans le pétiole.

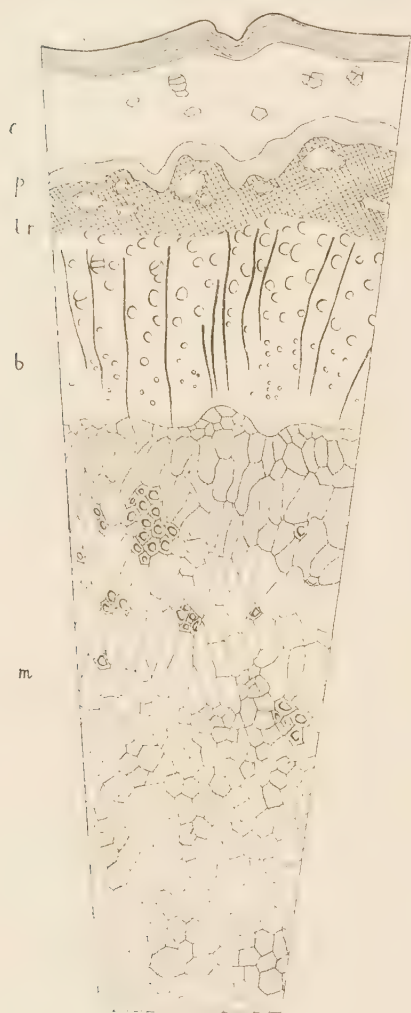
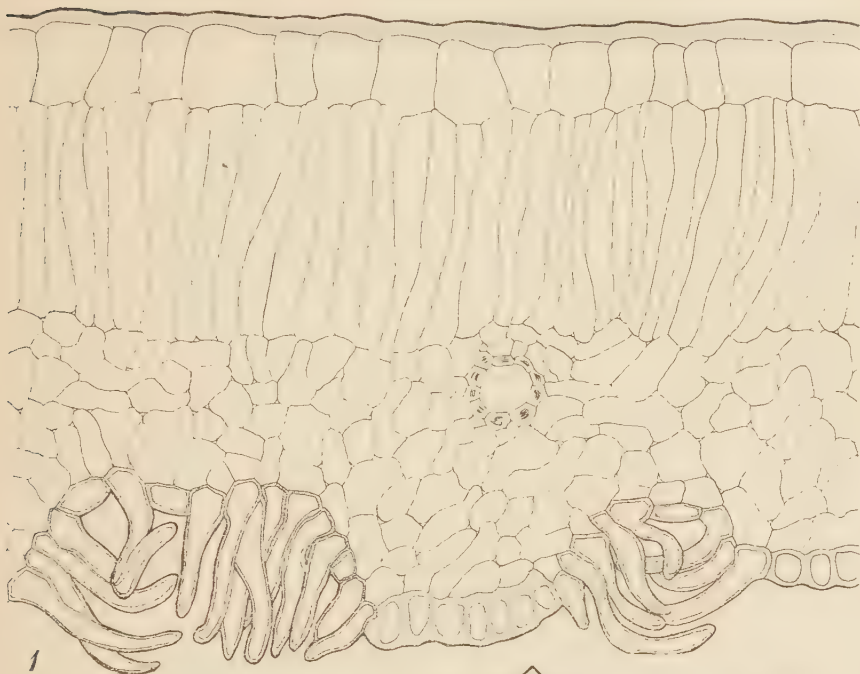


Fig. 6. — *Trattinickia rhoifolia*. — Coupe transversale de la tige. — e, écorce ; p, péricycle ; b, bois ; m, moelle présentant deux sortes de cellules, des fibres et des sclérites : Gr. 20.

Feuille. — Le pétiole et les pétiolules présentent dans la moelle des faisceaux libéro-ligneux orientés à contre-sens (le bois en dedans et le liber à l'extérieur) qui manquaient dans



la tige, pourvus comme les faisceaux normaux de canaux sécréteurs libériens.

Le limbe, de même que la tige, montre des différences spécifiques très marquées suivant les espèces que nous avons étudiées : la face inférieure est presque dépourvue de poils, sauf sur les nervures, mais garnie de protubérances papilleuses chez le *T. burseræfolia*, tandis que l'épiderme inférieur est creusé de nombreuses cryptes largement ouvertes et abondamment revêtues de petits poils crochus unicellulaires chez le *T. rhoifolia* ; ces

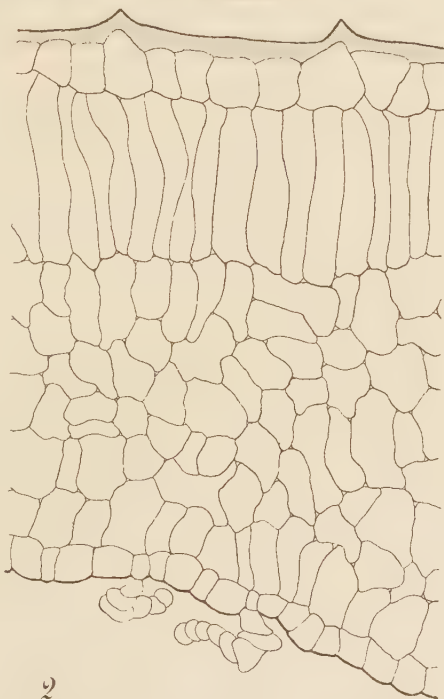


Fig. 7. — Coupes transversales de folioles de *Trattinickia*. — 1, *T. rhoifolia* ; 2, *T. burseræfolia* : Gr. 215.

cryptes, à l'œil nu, donnent à la face inférieure du limbe un aspect aréolé très particulier.

Bien qu'on ait, nous ne savons pourquoi, signalé les Burséracées comme prédisposées à offrir des domaties, on ne saurait considérer les cryptes pilifères de la feuille du *T. rhoifolia* comme des repaires d'Acariens, ainsi qu'il en existe chez les Diptérocarpées, par exemple, car elles se trouvent trop régulièrement disposées et manquent à l'aisselle des nervures latérales et le long de la nervure médiane où les domaties se forment en général.

Nous avons rencontré en outre des poils « en escargot » identiques à ceux des *Crepidospermum* sur l'épiderme inférieur du *T. burseræfolia* seulement ; en dehors de ces particularités, propres à chaque espèce, nous avons constaté que l'hypoderme manquait toujours et que la couche palissadique ne comprenait qu'une assise de cellules très allongées.

Blenk, cité par Solereder, aurait constaté ce fait étrange que les cellules palissadiques ne renfermeraient que très peu de grains de chlorophylle.

Fleur. — N'ayant eu à notre disposition que des fleurs sèches, nous n'avons pu en poursuivre l'anatomie détaillée, toutefois chez le *T. Schwackeana* nous avons pu constater que le tissu conducteur du tube pollinique formait dans le style une masse unique, centrale, limitant une cavité circulaire ; nous n'avons pu cependant étudier la disposition des cellules conductrices.

La fleur est du type 3 et possède un disque nectarifère épais intrastaminal, le style est très court mais distinct : il est à remarquer que les pétales sont soudés entre eux jusqu'à une certaine hauteur comme chez les *Tetragastris*.

Il faut retenir, en outre, la corrélation qui existe entre la fleur du type 3 et la présence de faisceaux libéro-ligneux médullaires au moins dans certains organes, car c'est un fait absolument constant dans la famille et qui présente un très grand intérêt au point de vue d'une classification vraiment rationnelle, c'est-à-dire s'appuyant d'une façon concordante sur la morphologie aussi bien que sur l'anatomie et le développement.

Fruit et embryon. — Le fruit est une drupe ne se desséchant

pas à maturité, indéhiscence et ne renfermant qu'un seul noyau osseux, épais, pluriloculaire, formé très nettement par la soudure axiale des noyaux correspondant à chacun des carpelles.

Il n'est pas sans intérêt de comparer ces noyaux juxtaposés jusqu'à soudure intime de ceux du *Protium reticulatum* qui, tout en étant fortement serrés les uns contre les autres ne sont pourtant pas soudés, peuvent se séparer sous la pression du doigt et doivent certainement se disjoindre lorsque le fruit, tombé à terre, le péricarpe se met à pourrir.

Si la corolle campanulée, à pétales concrescents sur une longueur assez grande, rappelle le genre *Tetragastris*, les noyaux soudés en un seul l'en différencient nettement, sans parler de l'absence de faisceaux médullaires dans la feuille de ce dernier genre.

Bien que nous n'ayons pu nous procurer de germinations de *Trattinickia*, on sait que les cotylédons sont minces et contournés; la radicule longue et grêle est infléchie et rappelle quelque peu en cela les embryons entièrement courbes des *Crepidosperrum* et de nombreuses Anacardiées telles que les *Euroschinus*, *Schinopsis*, *Semecarpus*, *Mauria*, etc.

5. — CANARIUM Linné.

Nombre des espèces : 144.

Espèces étudiées : *C. album* Rœusch, Mihi., *C. australasicum* F. Muell., *C. Balansæ* Engl., *C. bengalense* Roxb., *C. Boivini* Engl., *C. Chevalieri* Mihi., *C. cinereum* Mihi., *C. commune* L., *C. Kitengo* Miq., *C. Kunstleri* King. (1), *C. luzonicum* Miq., *C. Mehenbethene* Gärtn. (a *C. moluccano* distincto !), *C. moluccanum* Bl., *C. nigrum* Engl., *C. occidentale* Chev., *C. oleosum* Engl. (= *C. microcarpum* Willd.), *C. pulchre bracteatum* Mihi., *C. Radlkoferi* Perk., *C. rostriferum* Miq., *C. rotundifolium* Mihi., *C. rufum* A. W. Benn., *C. secundum* A. W. Benn., *C. subulatum* Mihi., *C. Thorelianum* Mihi., *C. triandrum* Engl., *C. Valetonianum* Engl. ex Hochr., *C. vittatistipulatum* Mihi.,

(1) Nous n'avons trouvé aucune différence spécifique permettant de distinguer cette espèce du *C. denticulatum* Bl. qui lui est antérieur.

C. Vrieseanum Engl., *C. zeylanicum* Bl., *C. sp.* (Harmand 790), *C. sp.* (Harmand 520), *C. sp.* (Pierre 910), *C. sp.* (Pierre 4237) in Herb. mus. Paris. *C. sp.* (Klaine 2) in Herb. meo.

Si l'on compare la monographie de ce genre faite par Engler dans les suites au Prodrômus et celle, plus réduite, du Pflanzen-familien, élaborée par le même auteur, on constate que les limites primitives du genre ont été successivement resserrées. A la suite des travaux de Jadin montrant que les différences entre les *Scutinanthe* et les *Canarium* ne consistaient pas seulement dans une différence de nombre des pièces de la fleur, mais aussi en des dissemblances anatomiques, la section *Scutinanthe* Engl. a été rétablie dans sa valeur primitive de genre; la section *Africana* Engl. a été de même restaurée à l'état de genre (*Pachylobus*) par Engler lui-même. En dernier lieu, cet auteur ne conserve donc plus que deux sections : *Eucanarium* et *Triandra*. Une observation nouvelle de M^{lles} J. Perkins (1) semble devoir détruire cette dernière section : chez le *C. carapifolium* Perk (2), elle a pu observer que le fait d'avoir 3 étamines n'était pas constant, qu'on en trouvait 4 et même 6 et qu'il n'existait par suite aucune limite entre les sections d'Engler.

Dans ces conditions le genre *Canarium* ne serait donc plus divisé qu'en 6 séries :

Étamines réunies en un disque court ou insérées en dehors du disque. Noyau osseux épais.....	1. <i>Crassipyrena</i> .
Étamines réunies en un anneau plus ou moins long, libre du disque en grande partie.....	2. <i>Monodelpha</i> .
Étamines libres, insérées autour du disque.....	3. <i>Choriandra</i> .
Étamines accolées au disque, noyau mince.....	4. <i>Tenuipyrena</i> .
Pas de disque.....	5. <i>Parvifolia</i> .
Étamines très courtes, calice urcéolé, ouvert seulement par trois petites ouvertures lobées.....	6. <i>Urceolata</i> .

(1) *Fragmenta Floræ Philippinæ*, p. 92.

(2) La créatrice de l'espèce dit que celle-ci est peut-être idendique au *C. album* de Blanco et au *C. luzonicum* de Miquel, n'ayant tous deux que des diagnoses insuffisantes. Le type de Blanco n'a pas été conservé, que nous sachions, et nous n'avons jamais vu celui de Miquel qui est peut-être détruit. Comme nous l'avons indiqué (*Bull. Soc. bot. de France*, 1908, p. 616) nous avons été amenés à considérer comme type du *C. luzonicum* le n° 21 736 de Borden, et comme celui du *C. album* une plante cochinchinoise envoyée par Krempf. Celle-ci ayant six étamines, c'est donc le *C. carapifolium* Perk. qui forme le passage entre les anciennes sections *Triandra* et *Eucanarium*.

Ces séries ne semblent guère correspondre à quelque chose de réel et de nettement défini : lorsque dans la série *Crassipyrena* les étamines sont insérées en dehors du disque, quelle différence existe-t-il avec la section suivante si les filets staminaux sont réunis, ou avec la section *Chorianda* s'ils ne le sont pas ? Dans la section *Urceolata* la longueur des étamines ne laisse rien présumer de la réunion ou de la liberté de leurs filets les uns par rapport aux autres, enfin la différence d'épaisseur de l'endocarpe nous paraît être surtout inhérente à l'âge des fruits conservés dans les herbiers. Il ne resterait donc comme caractères ayant une réelle valeur que la présence ou l'absence de disque et la soudure en tube ou la liberté des filets staminaux. Quoi qu'il en soit, nous nous sommes adressé pour l'étude de l'adulte à des types choisis dans chacune des séries (sauf la série *Parvifolia* qui nous a complètement manqué) afin de vérifier si celles-ci correspondaient à des différences anatomiques ou bien si les différences d'espèce à espèce, dans une même série, n'étaient pas plus importantes. Nous avons en outre étudié un grand nombre d'espèces de série incertaine.

1^{re} SÉRIE : CRASSIPYRENA Engl.

Racine. — Chez le *C. commune*, la racine adulte présente de larges vaisseaux dans lesquels nous avons pu observer de nombreux thylles obstruant complètement leur lumière, le liber contient de fréquents canaux sécréteurs de grand diamètre et quelques fibres sclérifiées ; dans l'écorce, peu épaisse, on observe de très nombreuses plages scléreuses l'occupant presque en entier ; dans aucun tissu n'existait d'oxalate sous une forme ou sous l'autre.

Chez les *C. Boivini* et *C. zeylanicum*, l'anatomie de la racine est identique sauf que les plages scléreuses de l'écorce sont remplacées par un anneau régulier continu.

Tige. — Chez le *C. commune*, la moelle est formée de cellules minces, régulières, et contient de volumineux faisceaux anormaux disposés régulièrement en cercle à la périphérie, le péri-cycle forme un anneau scléreux continu et non une série d'arcs juxtaposés et contigus : les cellules y sont particulièrement

dissemblables, les unes étant petites et polygonales, les autres très grandes et à contour arrondi sans forme nettement définie. Dans l'écorce, les sclérites sont très peu nombreuses, assez petites et à section circulaire.

Le *C. zeylanicum* présente une structure de la tige absolument

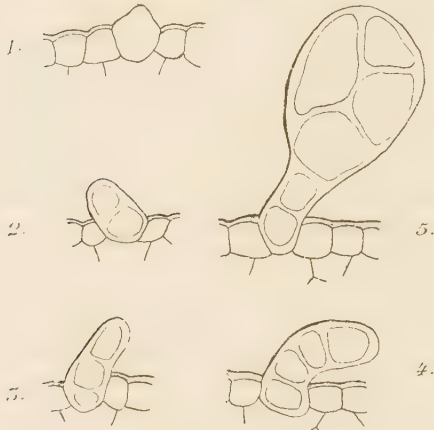


Fig. 8. — Formation d'un poil capité d'une jeune feuille de *Canarium oleosum* : Gr. 215.

identique, par contre le *C. secundum* est très différent : la moelle est constituée par des cellules homogènes présentant trois régions : au centre une partie non sclérifiée, autour de celle-ci une seconde complètement sclérifiée, englobée elle-même dans une troisième, comparable à celle du centre et renfermant les faisceaux anormaux, par

suite disposés suivant un cercle régulier.

Dans le liber, il n'y avait pas trace de fibres lignifiées, le péri-cycle sclérifié était continu mais festonné et formé de cellules régulières et les nombreuses sclérites corticales étaient réunies par petits groupes de 6 à 10. L'oxalate était en mâcles dans la moelle et le liber, en cristaux simples dans le péri-cycle et les sclérites corticales.

Chez le *C. Boivini*, la moelle est mince et non sclérifiée comme chez les *C. commune* et *C. zeylanicum*, mais les cellules y diffèrent beaucoup de taille, les faisceaux médullaires sont tantôt en cercle, tantôt dispersés irrégulièrement, et cela dans un même rameau, ce qui prouve que leur disposition ne saurait avoir aucun intérêt pour une classification anatomique des espèces.

Le péri-cycle est identique à celui des *C. commune* et *C. zeylanicum* et l'écorce présente des sclérites et des mâcles d'oxalate.

Chez le *C. Balansæ*, la moelle est, comme dans l'espèce précédente, formée de cellules homogènes et les faisceaux anormaux y sont disposés en cercle, mais on trouve en outre un grand nombre de canaux sécréteurs non accompagnés de bois et de

liber et presque toutes les cellules contiennent un gros cristal d'oxalate; les arcs péricycliques sont à cellules dissemblables et les sclérites manquent complètement dans l'écorce où l'oxalate est peu nombreux.

Nous croyons devoir également rapporter à cette série la nouvelle espèce malgache que nous avons récemment décrite (1) sous le nom de *C. pulchre bracteatum*. La structure y diffère peu des précédentes espèces, toutefois les cellules de la moelle sont homogènes et, à l'intérieur de l'anneau régulier de faisceaux anormaux, s'en trouvent d'autres disséminés sans ordre; le péricycle est formé de cellules dissemblables et les sclérites corticales sont fort nombreuses.

Feuille. — Le pétiole et les pétiolules présentent une organisation en tout identique à celle de la tige y compris les faisceaux anormaux.

Le limbe n'est jamais pourvu d'hypoderme et l'assise palissadique est unique, les plus petites nervures possèdent leur canal sécréteur libérien comme dans tous les autres genres de Burséracées. Le *C. secundum* ne présente de particulier que l'absence complète d'oxalate et la présence à la face inférieure de petits poils raides unicellulaires; chez le *C. Boivini*, il existe de nombreuses cellules mucilagineuses dans l'épiderme supérieur et la couche palissadique est simple, les cellules mâclifères, peu nombreuses, étant seules dédoublées. Chez le *C. pulchre bracteatum*, l'épiderme supérieur est également mucilagineux et l'épiderme inférieur est revêtu de poils allongés, droits, multicellulaires.



Fig. 9. — *Canarium secundum*. — Coupe transversale d'une foliole : G. 215.

(1) *Notulæ systematicæ*, I, p. 76.

Tandis que dans toutes ces espèces les pétioles étaient cylindriques comme le pétiole au-dessus du renflement moteur, chez le *C. Balansæ* ils forment une sorte de gouttière : en coupe il y a un anneau libéro-ligneux comme d'ordinaire, mais flanqué en

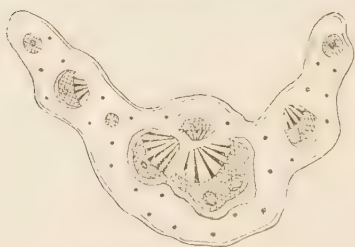


Fig. 40. — Schéma de la coupe transversale du pétiole du *Canarium Balansæ* : Gr. 23.

plus des deux côtés, dans les ailes, de deux faisceaux libéro-ligneux ne présentant rien de particulier. En dehors de cela, la feuille n'a rien de bien particulier : il n'y a pas de cellules mucilageuses, les cellules palissadiques sont très courtes, les mâcles sont très nombreuses dans le tissu lacuneux et les stomates,

localisées seulement à la face inférieure, sont légèrement enfoncées dans le tissu épidermique.

En résumé, dans cette première série les variations d'espèce à espèce sont assez considérables pour pouvoir presque distinguer celles-ci, sans toutefois s'écarter de l'organisation typique des *Canarium* caractérisée par les faisceaux médullaires se rencontrant à la fois dans la tige et la feuille.

2^e SÉRIE : MONODELPHA Engl.

Racine et tige. — Chez le *C. australasicum* et le *C. bengalense*, la structure est identique à celle du *C. commune* sauf que, dans cette dernière espèce, les tissus sont littéralement bourrés d'oxalate.

Feuille. — Chez le *C. australasicum*, la structure du limbe n'offre rien de bien particulier, mais l'épiderme supérieur est formé de cellules à parois minces, allongées dans le sens de la hauteur, et la couche palissadique est parfois dédoublée mais jamais d'une façon continue; il existe des cristaux dans la zone lacuneuse.

Chez le *C. bengalense*, c'est sensiblement la même chose, mais les cellules de l'épiderme supérieur ne sont pas allongées, la couche palissadique n'est jamais partiellement dédoublée, l'oxalate du tissu lacuneux est en mâcles au lieu d'être en cris-

taux et l'épiderme inférieur porte des poils courts et unicellulaires.

On voit que dans les deux espèces de cette série que nous avons étudiées, il n'y a aucune différence anatomique nettement marquée avec les espèces de la série précédente; bien plus, les espèces de la première série diffèrent souvent plus entre elles qu'avec celles de la deuxième; l'étude d'autres espèces montrera qu'il en est de même pour les autres séries.

3° SÉRIE : CHORIANDRA Engl.

Chez les *C. oleosum* (*C. microcarpum*) et *villosum* la structure de la tige est identique à celle du *C. Balansæ* et celle du limbe de la feuille n'en diffère que par la présence de cellules mucilagineuses dans l'épiderme supérieur; quant aux pétioles, ils sont circulaires comme d'ordinaire.



4° SÉRIE : TENUIPYRENA Engl.

Chez le *C. rostriferum*, la moelle est homogène et à cellules minces comme chez le *C. commune*, mais les faisceaux anormaux sont disposés sans ordre, la couche scléreuse péricyclique n'est pas en anneau continu mais formée d'une série d'arcs fibreux à cellules très hétérogènes, les sclérites sont rares dans l'écorce et disséminées de-ci, de-là. L'oxalate fait presque complètement défaut.

Fig. 41. — *Canarium villosum*. — Coupe transversale d'une foliole : Gr. 215.

Rien de particulier dans la feuille.

Les espèces de la 5^e SÉRIE : PARVIFOLIA Engl. nous ont complètement fait défaut.

6^e SÉRIE : URCEOLATA Engl.

Le *C. Vrieseanum* ne présente guère de particularités anatomiques remarquables, toutefois l'épiderme supérieur de la feuille est formé de grandes cellules à parois épaisses entremêlées de cellules plus grandes encore, vraisemblablement mucilagineuses, le tissu palissadique, formé d'une seule couche, renferme quelques mâcles de petite taille, mais on n'en rencontre pas dans le tissu lacuneux. A la face inférieure, sur les nervures, se rencontrent quelques poils droits, lignifiés, unicellulaires.

Le *C. triandrum* dont Engler fait, comme nous l'avons dit, le type d'une section distincte que ne saurait justifier la morphologie depuis les observations récentes, présente un certain nombre de particularités spéciales : la moelle, formée de cellules de taille régulière, présente d'abondantes plages de cellules entièrement sclérifiées et montrant de fines canaliculations rayonnant autour du centre comme dans les noyaux ligneux (ceux des *Canarium* par exemple), mais ces plages scléreuses ne forment pas de zones concentriques comme chez le *C. secundum* ; le péricycle, très mince, est à peine festonné et constitué par des cellules très dissemblables ; dans l'écorce il existe des sclérités disséminés çà et là, mais pas d'oxalate.

La feuille présente des stomates sur les deux faces, l'épiderme est dépourvu de cellules mucilagineuses ; l'assise palissadique est, comme d'ordinaire, à une seule couche et l'on ne trouve que quelques poils unicellulaires sclérifiés sur la face supérieure de la nervure médiane.

ESPÈCES DE SÉRIE INDÉTERMINÉE.

Tige. — Le *C. Kitenyo* présente une moelle à cellules régulières non sclérifiées, deux cercles concentriques de faisceaux anormaux, quelques fibres scléreuses dans le liber, un péricycle

en anneau formé d'arcs de petites cellules, cimentés entre eux par de grandes cellules scléreuses. Dans l'écorce on ne trouve pas de sclérites corticales mais de nombreux canaux sécréteurs. L'oxalate, déposé en mâcles, se rencontre un peu partout.

Le *C. denticulatum* (= *C. Kunstleri*) ne diffère du *C. Kitengo* que par la présence d'un cercle de faisceaux anormaux au lieu de deux, l'absence de canaux sécréteurs corticaux et la présence d'un anneau presque complet de sclérenchyme dans l'écorce ; chez le *C. luzonicum* au contraire, les sclérites corticales, quoique très nombreuses, ne forment pas d'anneau même incomplet et l'oxalate manque.

La moelle du *C. Chevalieri* est formée de cellules de taille très variable, mais les deux cercles concentriques de faisceaux anormaux et le périycle particulier rap-

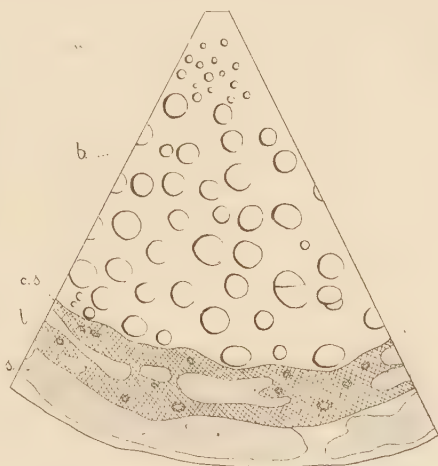


Fig. 12. — *Canarium Mehenbellhene*. — Coupe transversale de la racine; *b*, bois; *l*, liber; *cs*, canaux sécréteurs; *s*, sclérenchyme; Gr. 20.

pellent le *C. Kitengo*; cependant il existe ici des sclérites disséminées dans l'écorce et l'oxalate manque.

Les arcs péricycliques et les sclérites corticales sont identiques chez un *Canarium* certainement nouveau que nous avons reçu du P. Klaine sous le n° 2 et que nous avons décrit (1), sans toutefois le nommer, vu l'absence de fleurs, mais au contraire du *C. Chevalieri*, la moelle est formée de cellules presque homogènes, les faisceaux y sont disséminés sans ordre et il existe de très nombreuses plages scléreuses dans le liber et beaucoup d'oxalate surtout en cristaux simples.

Les *C. cinereum*, *subulatum* et *vittatistipulatum* que nous

(1) Revision des Burséracées du Gabon et du Gongo français (*Bull. Soc. bot. de France*, 1908, p. 267).

avons nommés et décrits comme espèces nouvelles (1) sont extrêmement voisins au point de vue anatomique (moelle homogène, faisceaux anormaux en cercle, péricycle hétérogène, sclérites corticales), toutefois l'oxalate manque totalement chez les deux derniers, tandis qu'on en rencontre quelque peu chez

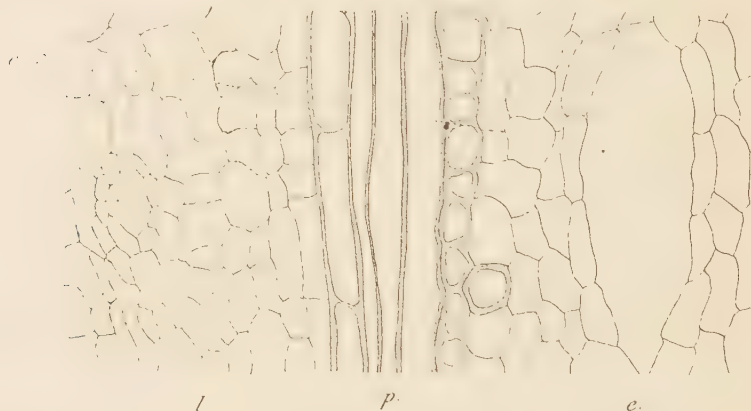


Fig. 13. — Fragment de coupe longitudinale de la tige du *Canarium Mehenbethene*. — e, partie interne de l'écorce; p, fibres péricycliques; L, partie externe du liber; cs, canaux sécréteurs corticaux et médullaires : Gr. 172.

le *C. cinereum* qui présente du reste des fibres libériennes sclérifiées.

Feuille. — La feuille présente un épiderme supérieur à grandes cellules mais dont aucune ne paraît mucilagineuse chez le *C. luzonicum*; dans l'assise palissadique se rencontrent des mâcles d'oxalate et ordinairement les cellules qui les contiennent sont divisées en deux dans le sens de la hauteur.

Chez le *C. Radlkoferi*, on rencontre des grandes cellules mucilagineuses dans l'épiderme supérieur et quelques-unes plus petites dans l'épiderme inférieur.

Le *C. Mehenbethene* (2) par son épiderme supérieur à grandes cellules dont certaines sont mucilagineuses et son assise

(1) Burséracées nouvelles ou peu connues de l'Indo-Chine (*Bull. Soc. bot. de France*, 1908).

(2) Hochreutiner (*Plantæ Bogorienses exsiccatae*, p. 58) montre qu'Engler (*Monog. Phan.*, IV, p. 149) n'a pas spécialement distingué le *C. moluccanum*, qu'il a depuis (*Nat. Pflanz.*, III, 4, p. 240) confondu avec le *C. Mehenbethene*, puisqu'il dit : « *Stipulis triangularibus vel serratis* »; à notre avis, il y a là deux espèces différentes justement à cause des stipules.

palissadique jamais dédoublée, rappelle exactement le *C. Vrieseanum*, mais l'oxalate, également en mâcles, est localisé dans le tissu lacuneux, non dans le tissu palissadique et les poils droits sclérifiés sont formés de plusieurs cellules.

Nous avons remarqué que dans le pétiole l'oxalate faisait complètement défaut au-dessus du renflement moteur mais que presque toutes les cellules étaient bourrées de mâcles au niveau de ce renflement.

Renflement moteur. — Nous avons pu, du reste, étudier en détail la structure des renflements moteurs qui se rencontrent dans la plupart des espèces du genre : par exemple *C. bengalense*, *C. Thollonicum*, *C. Schweinfurthi*, *C. album*.

Tandis qu'au-dessus de ce renflement la section du pétiole est cylindrique ou subcylindrique et que les faisceaux normaux sont régulièrement disposés en cercle, ou forment même un anneau continu entourant les faisceaux médullaires régulièrement rangés ou disséminés sans ordre, au niveau de celui-ci la section est déprimée ou même creusée à sa partie supérieure, tous les faisceaux sont distincts les uns des autres et normaux et anormaux sont enchevêtrés et orientés dans tous les sens, donnant presque l'impression d'une structure de Monocotylédone. La même désorganisation, si l'on peut employer ce terme, s'observe dans les renflements moteurs situés à la base du limbe des folioles de

certaines espèces et à la partie supérieure du pétiole des feuilles simples de jeunes germinations. Ce dernier fait montre bien que chez ces jeunes plantes la feuille n'est pas réellement simple mais composée unifoliolée, puisque le renflement moteur n'est pas à la base comme dans un pétiole, mais au sommet comme dans un pétiolule.



Fig. 14. — Renflements moteurs. — 1, à la base du limbe d'une des premières feuilles de *Canarium commune* $\times 1/3$; 2, à la base du pétiole d'une feuille de *Canarium bengalense* $\times 1,3$.

Il serait fort intéressant d'observer, dans les pays où ces plantes sont indigènes, la physiologie de ces renflements moteurs, l'amplitude et le sens des mouvements des feuilles et des folioles et de se rendre compte si les espèces dépourvues de

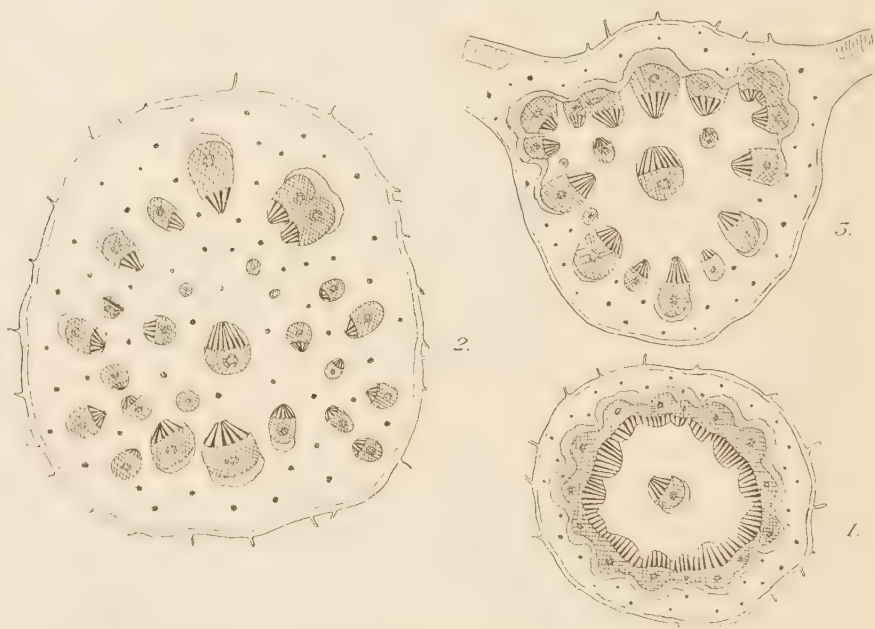


Fig. 13. — Renflements moteurs d'une jeune feuille (simple) de *Canarium commune*. — 1, pétiole au-dessous du renflement; 2, renflement; 3, base du rachis (au-dessus du renflement) : Gr. 39.

renflements ne sont cependant pas douées de quelques mouvements comme chez nombre de plantes qui sont dépourvues de renflement.

De l'étude de toutes les espèces précédentes, on tire cette conclusion que les *Canarium* forment, au point de vue purement anatomique, un groupe compact et homogène dans lequel on ne saurait distinguer de coupures : tout au plus deux espèces voisines peuvent-elles se différencier.

1° Par la constitution de la moelle ;

2° Par la présence ou l'absence de fibres libériennes sclérifiées ;

3° Par la disposition et la composition histologique du péri-cycle toujours sclérifié ;

4° Par la présence ou le manque de cellules mucilagineuses dans l'épiderme des feuilles.

Toutefois la caractéristique bien nette du genre 1 est de posséder dans la tige, le pétiole, les pétiolules et jusque dans les nervures médianes, des faisceaux libéro-ligneux médullaires orientés à contre-sens et que nous avons appelés pour cela « faisceaux anormaux » alors que tous les autres genres à fleur du type 3 n'en possèdent que dans la feuille.

Faisceaux anormaux. — Jadin, dans son travail sur les Térébinthacées, où il n'avait étudié que la tige, les avait signalés dans vingt-sept espèces; on les a mentionnés depuis dans beaucoup d'autres et nous les avons toujours rencontrés dans les nouvelles que nous avons décrites venant de pays les plus divers (Afrique occidentale, Congo, Madagascar, Indo-Chine), ce qui exclut toute influence due au climat ou à l'humidité. Les faisceaux anormaux dans la tige constituent donc la un caractère absolument fixe, aussi Engler l'a-t-il utilisé avec avantage dans sa classification.

On avait constaté la présence de ces faisceaux anormaux, mais sans en étudier le trajet ni l'origine; tout au plus Solereder (1) avait-il fait remarquer que ces faisceaux étaient parfois réduits à une masse parenchymateuse entourant le canal sécréteur. Hérail (2) avait signalé en outre des faisceaux anormaux chez un grand nombre de plantes de familles diverses (Composées liguliflores, Mélastomacées, Acanthacées, Campanulacées, Polygonées, etc.). Col (3), à la suite de ses recherches sur la disposition des faisceaux dans la tige et les feuilles, arrivait à cette conclusion :

« La plupart des tissus libériens et libéro-ligneux anormalement placés sont des trajets partiels de faisceaux normaux. Les plantes ayant de telles anomalies forment une série où le trajet normal de ces faisceaux est de plus en plus court. Finalement le faisceau est entièrement anormal, c'est-à-dire qu'il est surnuméraire; le nombre des plantes ayant de tels

(1) Systematische Anatomie der Dicotyledonen.

(2) Étude de la tige des Dicotylédones (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 7^e série, t. II).

(3) Sur la disposition des faisceaux dans la tige et les feuilles de quelques Dicotylédones.

faisceaux et assez restreint. » Ce qui revient à considérer les faisceaux anormaux comme des *portions de faisceaux normaux en place anormale*.

Je me suis donc efforcé de découvrir ce qu'il en était pour le genre *Canarium* ; on pouvait admettre que les faisceaux n'étaient que localement anormaux, ou qu'ils étaient devenus anormaux par résorption d'une partie de leur trajet les reliant primitivement aux faisceaux normaux, d'où deux séries de recherches parallèles consistant, la première, à suivre le trajet d'un faisceau donné pour en saisir les tenants et les aboutissants, la seconde, à observer le moment où apparaissaient ces faisceaux et à saisir leur mode de formation.

Nous avons signalé précédemment (1) les premiers résultats de ces recherches nous amenant à conclure que : *pour le genre Canarium les faisceaux médullaires sont entièrement anormaux dans le temps et dans l'espace*.

Si l'on prend, par exemple, une feuille de *C. album*, on constate que les faisceaux médullaires se terminent en pointe aveugle à leurs deux extrémités : les faisceaux diminuent d'abord de diamètre, puis sont uniquement libériens avec canal sécréteur ; ce dernier disparaît lui-même et le faisceau n'est plus représenté que par quelques cellules parenchymateuses qui disparaissent à leur tour : le faisceau anormal n'est donc pas une portion anormale d'un faisceau normal. Mais à la suite des recherches de Chauveaud (2) sur les tissus conducteurs primordiaux on a été forcé d'admettre la résorption sur place de cellules et même de cellules ayant fonctionné ; ici l'on ne saurait admettre que les faisceaux anormaux ont été d'abord en rapport avec les faisceaux normaux par une anastomose disparue, puisque nous avons pu observer leur apparition et leur différenciation dans la moelle même : des cellules médullaires, ne présentant absolument rien de particulier, se divisent en tous sens, formant un amas parenchymateux à l'intérieur duquel se forme un canal sécréteur par schizogénèse, tout comme cela a lieu dans les

(1) *Bull. du Mus. (loc. cit.)*.

(2) Voy. de nombreuses notes dans le *Bulletin du Muséum* et de la *Société botanique de France*, dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, les *Annales des Sciences naturelles* et la *Revue générale de botanique*, depuis 1891.

faisceaux normaux, puis le liber se différencie et les tubes criblés apparaissent, enfin le bois se forme, souvent même une gaine scléreuse enveloppe d'un manchon ce faisceau comparable par

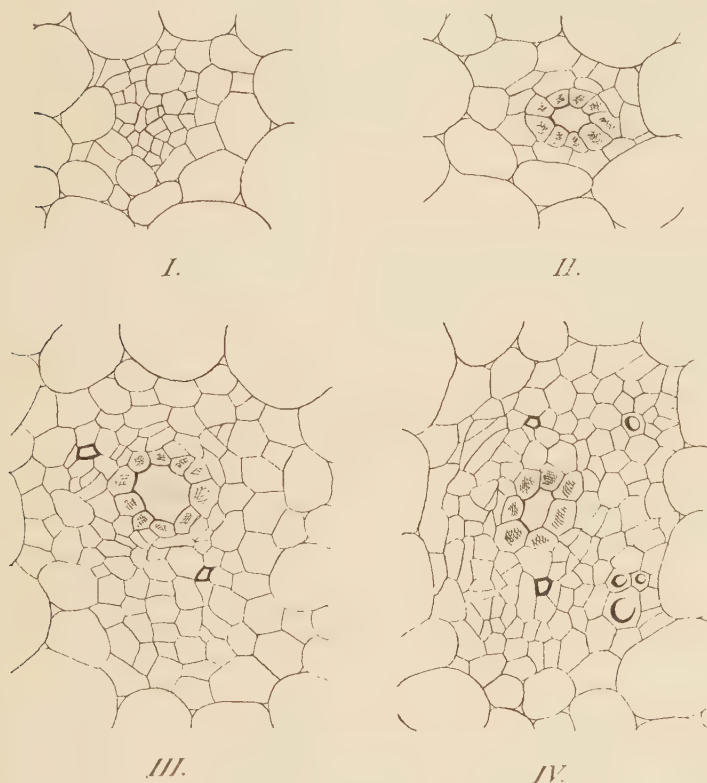


Fig. 16. — Formation d'un faisceau anormal chez les *Canarium*. — I, formation du parenchyme particulier; II, formation du canal sécréteur; III, apparition des premiers tubes criblés; IV, jeune faisceau définitivement constitué : Gr. 215.

son organisation à un faisceau normal, mais en différant essentiellement par son orientation renversée et son mode de formation. Il n'est toutefois pas sans intérêt de rappeler ici que tout le cylindre central provient d'un même groupe de cellules initiales et que, par suite, il n'existe pas morphologiquement de différence essentielle entre le tissu médullaire et le tissu libéro-ligneux.

On a pu remarquer que nous avons dit que les canaux sécréteurs se formaient par schizogenèse dans le parenchyme procambial avant toute apparition de liber et de bois; il est donc

inexact de dire que les canaux sécréteurs des Burséracées doivent



Fig. 17. — Coupe légèrement schématisée du sommet végétatif de la racicule du *Canarium rufum*. — *i*, initiales; *c*, coiffe; *ap*, assise pilifère; *e*, écorce; Gr. 256.

leur origine au liber primaire : ils lui sont antérieurs, le liber ne se forme qu'ensuite, à droite et à gauche de l'espace sécréteur qu'il entoure rapidement.

Fleur. — La fleur des *Canarium* est toujours du type 3, mais comme nous l'avons dit, le nombre des étamines peut s'abaisser parfois à trois seulement ; celles-ci ont leurs filets plus

ou moins soudés entre eux à la base au moins dans la fleur ♀

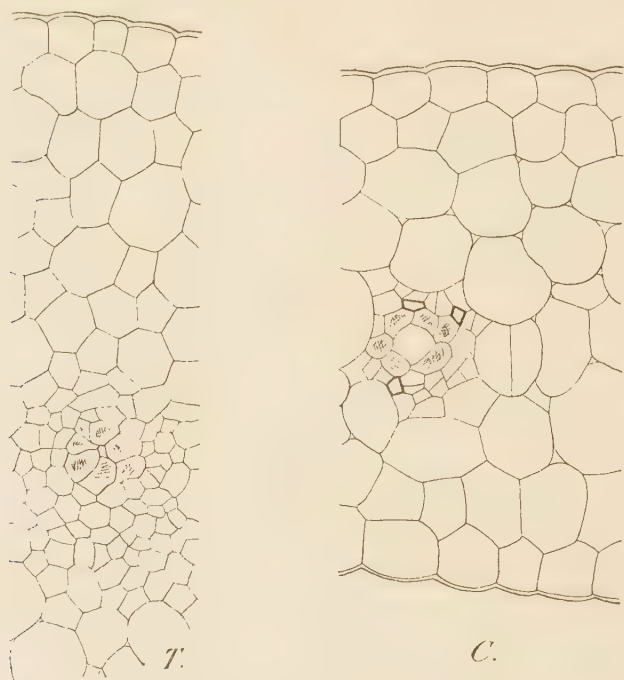


Fig. 18. — *Canarium oleosum*. — T, fragment de coupe transversale de la tigelle d'un embryon mûr montrant le canal sécréteur déjà formé dans le procambium; C, coupe transversale d'un des lobes du cotylédon d'une très jeune germination montrant le liber se formant autour du canal sécréteur; Gr. 215.

ou ♂. Le disque nectarifère est en anneau ou en tube plus ou

moins élevé, interne par rapport aux verticilles staminaux, souvent pourvu de dents ou creusé de sillons alternant avec les filets staminaux. Ce disque peut être presque totalement libre des étamines ou en partie soudé avec le tube staminal. Dans la fleur ♂ le disque existe rarement à l'état d'anneau ou de tube distinct mais se confond d'ordinaire avec le tube staminal; une masse centrale, souvent poilue, parfois réduite à presque rien, représente l'ovaire qui dans la fleur ♀ ou ♂ est triloculaire avec deux ovules par loge, et surmonté d'un style unique terminé par un stigmate capité.

Il convient donc lorsque l'on dit qu'une espèce a « les étamines réunies en un disque court » ou bien « qu'il n'y a pas de disque distinct », de bien spécifier si cela a lieu dans la fleur ♂ ou la fleur ♀. Pour ne prendre qu'un exemple, considérons la fleur ♂ du *Canarium littorale* (Jardin de Buitenzorg, VI, B, 93), placé par Engler dans sa troisième série *Choriandra* caractérisée par « des étamines libres insérées autour du disque ». En regardant attentivement, on voit, qu'à leur extrême base, les étamines présentent entre elles une légère coalescence représentant le tube staminal du type morphologique des *Canarium*; quant au disque nectarifère, il n'y en a pas de trace : il faudrait bien se garder de considérer comme le disque, dont elle n'occupe du reste pas la place, la masse globuleuse avec fente centrale qui n'est que le pistil rudimentaire.

À la suite des recherches de Bonnier (1), Burck (2), Pauchet (3), on sait que les nectaires ont un double rôle : favoriser la déhiscence des anthères et fournir des matériaux de réserve

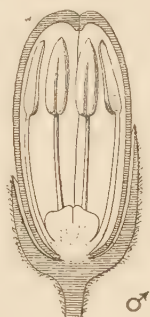


Fig. 49. — *Canarium littorale*. — Fleur ♂ coupée longitudinalement; les deux étamines antérieures sont enlevées et indiquées par un pointillé montrant la soudure des filets à l'extrême base, on voit, au centre, le rudiment d'ovaire $\times 8$.

(1) Les nectaires (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 6^e série, t. VIII, 1879).

(2) De l'influence des nectaires et autres tissus contenant du sucre sur la déhiscence des anthères (*Rev. gén. de Bot.*, XVIII, 1906).

(3) Influence du pouvoir osmotique des sucres sur la déhiscence des anthères, 1907.

utilisés dans le développement du pistil en fruit et de l'ovule en graine ; or dans une fleur ♂ on comprend que cette dernière fonction n'ait pas sa raison d'être et que, par suite, le disque nectarifère soit nul ou tout au moins plus réduit que dans la fleur ♀. Cela amènerait à penser que, chez les Burséracées, le disque nectarifère a surtout pour but de favoriser le développement du fruit.

Si l'on pratique des coupes dans les différentes pièces de la fleur, on constate une grande accumulation d'oxalate en mâcles, surtout dans le périanthe et la présence dans ces verticilles de nombreuses et vastes lacunes cylindriques vraisemblablement sécrétrices. Les anthères présentent quatre sacs polliniques

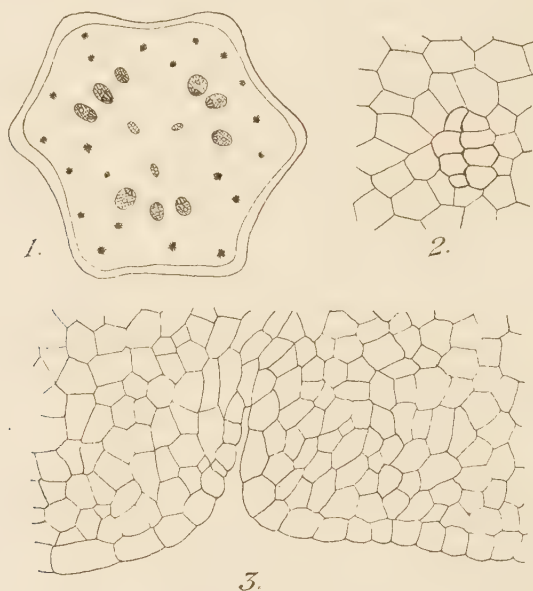


Fig. 20. — *Canarium Boivini*. — 1, coupe schématique du style : G. 40 ; 2, un cordon de tissu conducteur du tube pollinique : Gr. 215 ; 3, coupe transversale du disque : G. 215.

formant deux loges à débiscence longitudinale ; l'assise sous-épidermique, mécanique rappelle celle des Mauves : du côté interne de chaque cellule mécanique les épaisissements forment une sorte d'étoile dont les prolongements s'étendent sur les faces latérales de la cellule. Chaque grain de pollen est sphérique et ne présente pas de piquants, mais deux plis disposés en croix suivant deux méridiens.

Le disque nectarifère, non papilleux, est normalement constitué par de petites cellules.

Nous n'y avons rencontré aucune dérivation vasculaire, comme cela est fréquent dans beaucoup de familles.

Dans le style, il existe autant de cordons de tissu conducteur du tube pollinique que de carpelles, c'est-à-dire trois : ce tissu, à parois non gélifiées, est compact et ne laisse en son milieu qu'une ouverture insignifiante (*C. commune*) ou nulle (*C. Boivini*). Le nombre des faisceaux du style varie avec les espèces tout en restant à peu près constant pour chacune : il y a trois groupes de trois faisceaux opposés aux cordons de tissu conducteur, chez le *C. Boivini*, tandis que chaque groupe ne comprend plus qu'un seul faisceau alternant avec les cordons de tissu conducteur chez le *C. commune*. Dans ces deux espèces, l'oxalate est déposé à l'état de mâcles.

Dans l'ovaire, les ovules sont bitegminés ; après fécondation, le suspenseur s'allonge beaucoup, enfonçant le jeune embryon jusqu'à la partie inférieure de l'albumen que celui-ci digère complètement avant sa maturité, en sorte que les graines sont sans albumen.

Fruit. — Lorsque le fruit est mûr, il est constitué par un

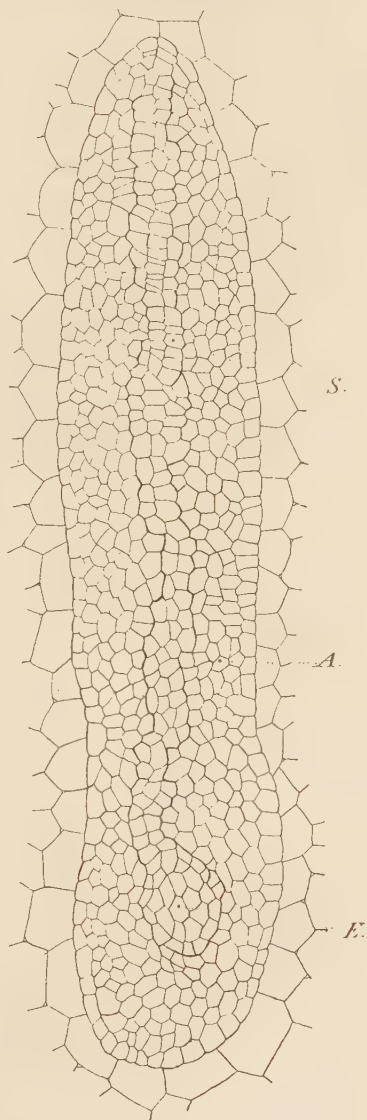


Fig. 21. — Jeune embryon de *Canarium commune*. — A, albumen ; S, suspenseur ; E, embryon : Gr. 172.

péricarpe, assez rarement orné de poils (*C. hispidum*), traversé

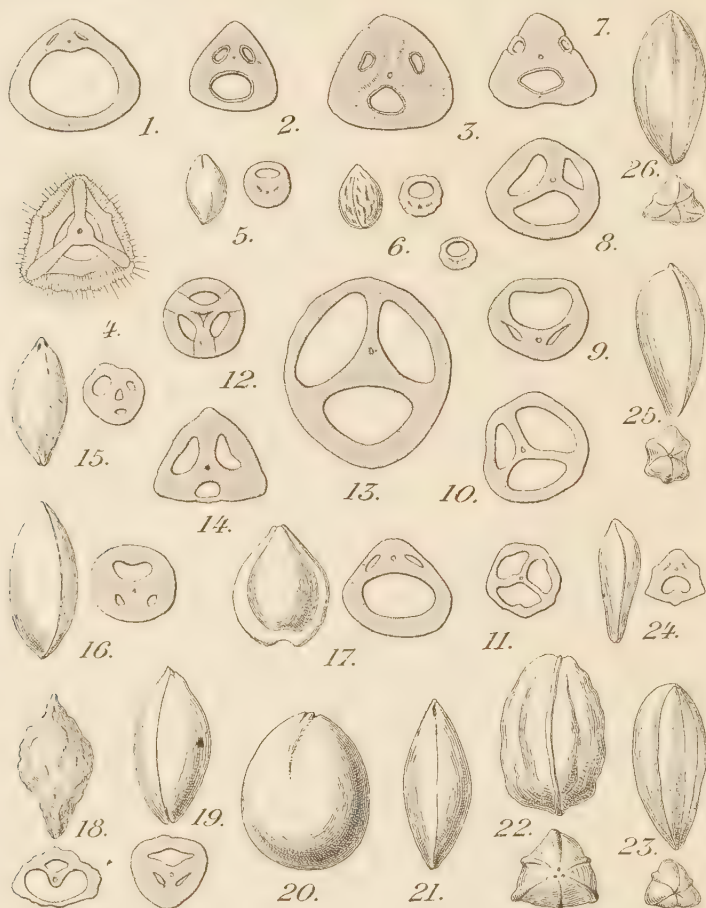


Fig. 22. — Noyaux de *Canarium*. — 1, *C. moluccanum*, coupe transversale; 2, *C. pseudocommune*, coupe transversale; 3, *C. patentinervium* var *meizocarpum*, coupe transversale; 4, *C. hispidum*, coupe transversale du fruit; 5, *C. oleosum*, aspect extérieur et coupe transversale du noyau; 6, *C. legitimum*, aspect extérieur et coupe transversale; un peu en bas et à droite, *C. villosum*, coupe transversale; 7, *C. patentinervium* var. *genuinum*, coupe transversale; 8, 9, 10, *C. commune*, coupe transversale; 11, *C. multiflorum*, coupe transversale; 12, *C. album*, coupe transversale; 13, *C. decumanum*, coupe transversale; 14, *C. rufum*, coupe transversale; 15, *C. Kipella*, aspect extérieur et coupe transversale; 16, *C. zeylanicum*, aspect extérieur et coupe transversale; 17, *C. australasicum*, aspect extérieur et coupe transversale; 18, *C. Balansæ*, aspect extérieur et coupe transversale; 19, *C. nigrum*, aspect extérieur et coupe transversale; 20, *C. amboinense*, aspect extérieur; 21, *C. tonkinense*, aspect extérieur; 22, *C. glaucum*, aspect extérieur de face et de profil; 23, *C. Thollonicum*, aspect extérieur de face et de profil; 24, *C. occidentale*, aspect extérieur et coupe transversale; 25, *C. Schweinfurthii*, aspect extérieur de face et de profil; 26, "*M' bilo*" aspect extérieur de face et de profil; Gr. 1/3 sauf 5 et 6 Gr. nat.

en tous sens par des lacunes résinifères, et par un noyau uni-

que osseux. La forme du noyau est caractéristique pour la plupart des espèces : il peut être lisse à sa surface (*C. australasicum*, *C. album*, *C. oleosum*), ou ruminé (*C. Balansæ*, *C. legitimum*), ovoïde (*C. commune*, *C. multiflorum*) ou allongé et atténué au moins à l'une de ces extrémités (*C. Schweinfurthii*, *C. rufum*) ; enfin il peut présenter six côtes plus ou moins marquées (*C. hispidum*, *C. multiflorum*, *C. Schweinfurthii*, *C. occidentale*) (1).

En coupe transversale le noyau présente 3 loges : il est absolument exceptionnel qu'une loge soit complètement avortée au point de ne laisser aucune trace ; nous l'avons observé une fois chez le *C. decumanum*, deux fois chez le *C. Balansæ* ; cependant chez les *C. oleosum*, *C. legitimum*, *C. villosum*, *C. paniculatum* qui ont des petits noyaux, une seule loge est développée (ce qui peut arriver chez d'autres espèces) et les deux autres sont à peine visibles et représentées seulement par une fente atteignant au plus un demi-millimètre. Il est vraisemblable qu'il en est ainsi pour toutes les espèces à petits noyaux (les quatre espèces précitées, *C. rostratum*, *C. asperum*, *C. Riedelianum*, *C. altissimum*, *C. Cumminghii*, *C. Motleyanum*, sans doute aussi *C. longiflorum*). Il faut remarquer, en outre, que l'embryon unique, contenu dans les noyaux petits, à une seule loge développée, a toujours des cotylédons minces et à organisation différente des cotylédons épais et charnus qu'on trouve presque toujours dans les espèces à gros noyaux renfermant plusieurs loges bien développées.

Embryon. — Les embryons possèdent des cotylédons à plusieurs lobes appliqués les uns sur les autres et si contournés

(1) Les noyaux de ces deux dernières espèces sont presque identiques sauf la différence de taille. Lorsque nous avons décrit (*Bull. Soc. bot. de France*, 1908) le *C. Thollonicum*, recueilli à Modzaka (Oubanghi) par Thollon, sous le n° 49, nous n'avions pas de fruits ; il existe toutefois, au Laboratoire de culture du Muséum, dans la collection de graines, des noyaux recueillis au Congo par le même collecteur sans localité précise, identiques à ceux récoltés au Gabon par le P. Klaine, en 1894, n° $\frac{2085}{35}$, sous le nom de « M'bilo » (26, fig. 22)

et qu'il faut vraisemblablement rapporter au *C. Thollonicum*.

Ces noyaux sont lisses, atténués à l'une des extrémités et mesurent de 3^{cm} à 3^{cm},2 × 1^{cm},4 ; la coupe est triangulaire avec petites côtes arrondies aux angles et au milieu des faces. L'embryon, à cotylédons minces, plurilobés, à une forme trapézoïde et mesure 2^{cm},5 × 0^{cm},5 à une extrémité et 1 centimètre à l'autre, la radicule se trouvant au milieu du côté le plus large.

et plissés qu'il est impossible de connaître leur forme si l'on n'a pas la germination, tout au plus peut-on compter le nombre des lobes dans une coupe transversale.

La radicule, supère, est plus ou moins enveloppée par les cotylédons repliés vers le bas, mais son extrémité proémine toujours un peu.

De même que la forme des noyaux, celle des embryons ca-

ractérise un grand nombre d'espèces: l'embryon est presque rectangulaire chez le *C. oleosum*, elliptique chez les *C. rufum*, *C. commune*, *C. decumanum*, etc., en forme de chrysalide de Lépidoptère chez le *C. Kipella*, la tête, le thorax et l'abdomen étant figurés par la radicule et les plis transversaux des cotylédons. Chez tous les noyaux de *C. Balansæ* que nous avons pu ouvrir, la forme de l'embryon était très différente, la tigelle était nettement distincte de la masse des lobes cotylédonaire, cette dernière présentant à son extrémité opposée à la radicule une échancrure très marquée. En outre ces embryons étaient verts, tandis que ceux de toutes les autres espèces étaient blancs.



Fig. 23. — Embryons de *Canarium*. — 1, *C. album* de face $\times 1/3$; 2 et 3, *C. commune*, de face et de dos $\times 1/3$; 4, *C. rufum*, de face $\times 1/3$; 5, *C. decumanum* de face $\times 1/3$; 6 et 7, *C. moluccanum* de dos et de face $\times 1/3$; 8, 9, *C. Balansæ* de face et de dos $\times 1/3$; 10, *C. Kipella* de face $\times 4/3$; 11, *C. Thollonicum* de face $\times 1/3$; 12 et 13, *C. oleosum* de face et de dos, $7/3$.

L'embryon est, chez toutes les espèces, abondamment pourvu d'une huile jaune très pâle, transparente, exsudant à la moindre pression; cela explique que le pouvoir germinatif est de très courte durée.

Le tégument qui entoure l'embryon est parcheminé, brun en dehors, chamois en dedans et constitué par des cellules sclérifiées.

Germination. — L'éclatement du noyau au moment de la germination se produit d'une façon uniforme chez toutes les espèces observées : il se détache une sorte de valve triangulaire dont le sommet correspond à la radicule et se trouve près de l'extrémité supérieure du noyau tandis que la base, plus épaissie, se trouve environ au tiers inférieur de celui-ci. En coupe longitudinale macroscopique on remarque dans cette valve deux zones, l'une s'étendant dans toute la longueur, l'autre ne correspondant qu'à la partie épaissie.



Fig. 24. — *Canarium commune*. — 1, noyau ayant germé; 2, coupe longitudinale de la valve; — 3, jeune germination $\times 1/3$.

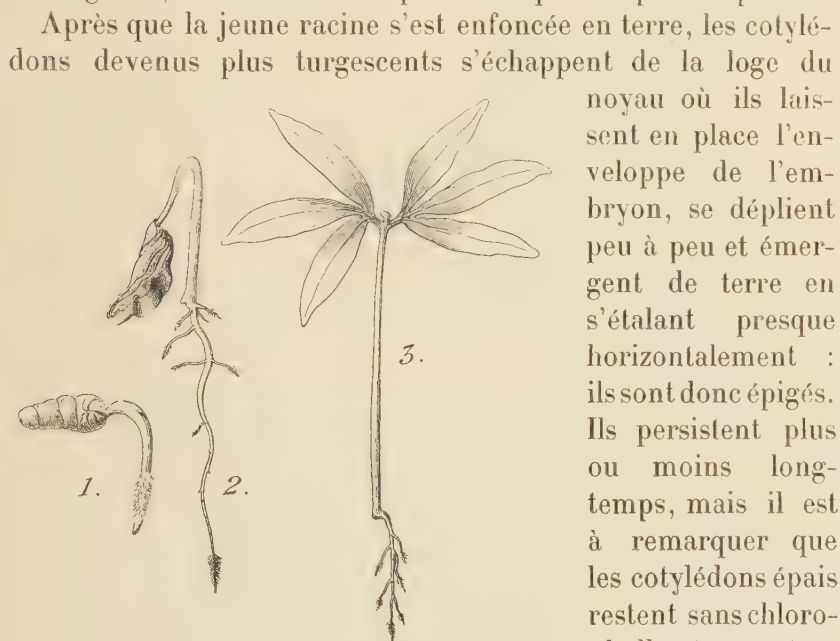


Fig. 25. — *Canarium oleosum*. — 1, jeune germination; 2, germination plus âgée; 3, cotylédons dépliés $\times 1/3$.

Après que la jeune racine s'est enfoncée en terre, les cotylédons devenus plus turgescents s'échappent de la loge du noyau où ils laissent en place l'enveloppe de l'embryon, se déplient peu à peu et émergent de terre en s'étalant presque horizontalement : ils sont donc épigés.

Ils persistent plus ou moins longtemps, mais il est à remarquer que les cotylédons épais restent sans chlorophylle et se contentent de brunir tandis que les cotylédons foliacés verdissent dès leur sortie de terre et jouent pendant plusieurs mois le rôle d'une véritable feuille.

Nous avons fait remarquer que les *cotylédons minces* correspondent à des *noyaux dont deux loges sont presque totalement avortées*, c'est-à-dire, à des *petits noyaux* mais pas exclusivement ;

nous venons de voir que dans le développement ils *persistent longtemps, verdissent et servent d'organes assimilateurs*, tandis que les *cotylédons épais ne servent que d'organes de réserve ne se chargeant pas de chlorophylle*. Ces particularités correspondent à d'autres plus profondes intéressant la structure : prenant par exemple pour type de cotylédon mince celui du *C. oleosum* et

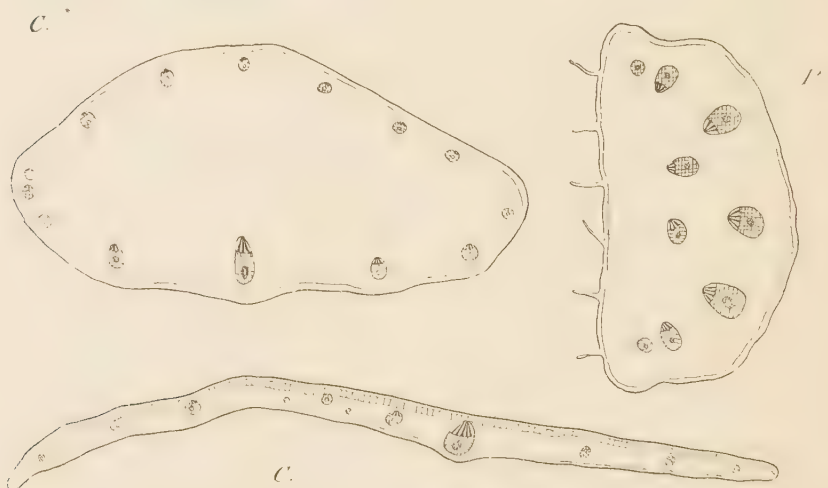


Fig. 26. — C, coupe transversale d'un lobe cotylédonnaire du *C. oleosum* (cotylédon mince); C*, du *C. commune* (cotylédon épais); P, Coupe transversale du pétiole cotylédonnaire du *C. oleosum* : Gr. 30.

de cotylédon épais celui du *C. zeylanicum*, on constate (1) que le premier présente absolument une structure de feuille avec tissu palissadique et faisceaux libéro-ligneux avec bois en haut et liber en bas, tandis que le deuxième n'offre aucun tissu chlorophyllien et présente à sa périphérie des faisceaux libéro-ligneux ayant le bois toujours dirigé en haut et s'anastomosant entre eux, ce qui fait qu'en réalité une coupe transversale rencontre deux niveaux de faisceaux superposés comme s'il y avait deux cotylédons minces superposés et soudés face inférieure à face supérieure.

Si l'on constate que le pétiole cotylédonnaire présente également deux niveaux de faisceaux libéroligneux orientés dans le même sens, il semble également plausible d'admettre que *les cotylédons minces et épais ne sont pas comparables morphologi-*

(1) Dans le cotylédon sorti de terre et étalé.

quement, les uns comprenant un pétiole et un limbe décisé, les autres ne possédant qu'un pétiole affectant la même forme.

Extérieurement, les cotylédons des *Canarium* sont constitués par un pétiole court et par trois lobes réunis entre eux uniquement à la base; ce sont donc des cotylédons composés palmés. Les germinations du *C. occidentale* que nous a envoyé de la Côte d'Ivoire, M. Aug. Chevalier, présentent un type différent, en ce sens qu'il y a cinq divisions, chacun des lobes latéraux étant divisé en deux sur une grande longueur mais jamais jusqu'à sa base.

Les premières feuilles sont toujours simples et, par suite, moins compliquées que les cotylédons, ce qui est l'inverse des cas ordinaires où le développement suit un ordre de complication croissante.

En outre, chez le *C. occidentale*, les premières feuilles sont nettement serrées et abondamment villeuses alors que les folioles de l'adulte sont entières et glabres ou faiblement poilues.



Fig. 27. — *Canarium occidentale*. — Cotylédons et premières feuilles $\times 4/3$.

Les premières feuilles des jeunes plants sont toujours dépourvues de stipules.

Le mode d'insertion des feuilles est variable suivant les espèces mais d'une façon générale diffère de celui de l'adulte où les feuilles sont toujours alternes. Chez le *C. oleosum*, toutes les feuilles sont nettement alternes et il n'y a jamais trace de stipules; chez le *C. commune*, les deux premières feuilles semblent opposées, mais ce n'est qu'une apparence car les feuilles insérées au même niveau n'apparaissent que successi-

vement ; à partir de la troisième feuille, elles sont nettement alternes comme le montre la photographie (2, fig. 29) : on peut remarquer également que les deux premières feuilles sont dépourvues de stipules en oreilles, tandis que les autres en possèdent à la base du pétiole ; on peut voir également sur la cinquième feuille que les stipules sont bien développées alors que le limbe n'est encore que tout petit.

Nous avons fait des observations analogues sur la phyllotaxie et les stipules du *C. moluccanum* et du *C. rufum*. Toutefois, chez cette dernière espèce, les deux premières feuilles, insérées vis-à-vis l'une de l'autre, sont apparues en même temps et nous avons été de la sorte amenés à rechercher si, dans l'embryon, la gemmule offrait deux bourgeons foliaires ou un seul : en fait, il y en avait deux absolument de même taille.

Suivant les espèces, on rencontre ou non des renflements moteurs chez les premières feuilles (nous n'en n'avons jamais observé chez le *C. oleosum*), mais ceux-ci, au lieu de se trouver à la base du pétiole comme chez l'adulte, sont à son extrémité, c'est-à-dire à la base du limbe, mais la structure est la même ; au niveau du renflement, désorientation et dispersion des faisceaux, grande abondance de l'oxalate, toujours en mâcles, alors qu'il peut manquer complètement en dessus et en dessous. Ce dernier fait semble indiquer que la nutrition est particulièrement intense dans les renflements moteurs.

Le nombre des faisceaux de la tigelle semble constant entre certaines limites pour les espèces observées, mais il est certain que si l'on observe les embryons de toutes les espèces on ne trouvera pas là un caractère spécifique. Nous avons rencontré 6 faisceaux chez le *C. rufum*, de 12 à 14 chez le *C. oleosum*, 18 chez le *C. australasicum*, enfin de 20 à 26 chez le *C. commune*. Chez toutes les espèces que nous avons observées, le développement est très condensé et très accéléré.

C. rufum. — La racine est du type 6 et nous y avons remarqué ce fait étrange que les radicules ne se forment pas normalement en face des faisceaux ligneux, mais de part et d'autre comme cela a lieu pour les racines du type binaire. Dans le cours du développement, les vaisseaux du bois se différencient jusqu'au centre, en sorte qu'il n'existe pas de moelle.

L'*axe hypocotylé* présente 6 faisceaux, pressentiments, mais il ne tarde pas à s'en former six autres, alternant avec les premiers; les atomes sont saillants et portés par une petite colonne et il existe des parois mucellulaires à la partie supérieure. L'anneau subéro-phloéodermique ne se forme pas dans l'axe sous-épidermique, mais dans la couche immédiatement interne.

Les *cotylédons* sont du type épais et portent de petits poils celluloseux à la partie supérieure sur le pétiole et la base des lobes; au moment de leur chute, on constate dans le pétiole des dépôts d'oxalate en même temps que les canaux sécréteurs subissant presque complètement par suite de l'hypertrophie et du gonflement des cellules sécrétrices: dès la maturité de l'embryon, la structure superposée existe dans les cotylédons.

Dans le premier entre-nœud de *la tige*, pas plus que dans le pétiole de la première feuille, nous n'avons rencontré de faisceaux anormaux qui existent des les entre-nœuds suivants.

Les *feuilles* restent longtemps unifoliolées, mais dès la troisième ou quatrième, on voit apparaître des stipules étroites et rubanées. 1^{re} le renflement maternel des feuilles non composées se trouve à la base du limbe.

Le limbe de la première feuille présente un épiderme à cellules régulières non mucilagineuses et une seule couche palissadique à cellules peu allongées; sur les nervures, existent des poils tecteurs et des poils enroulés « en escargot ».

C. commune. — Dans *la racine*, les radicelles naissent normalement en face des faisceaux du bois et de très bonne heure, alors que la jeune racine ne fait que sortir du noyau, mais les vaisseaux du bois n'envahissent pas la moelle comme dans l'espèce précédente.

L'*axe hypocotylé* très jeune présente à la fin les structures alternes et superposées sans aucun vaisseau intermédiaire:

(4) On n'avait jamais signalé de stipules dans cette espèce.



Fig. 28. — Germination de *Casuarina*.

l'assise subéro-phellodermique a une origine profonde et à l'extérieur il existe des poils unicellulaires rapidement sclérifiés.

Les *cotylédons* sont du type épais avec structure superposée dès l'embryon.

La *tige* est parsemée de poils, comme l'axe hypocotylé, et possède, dès le premier entre-nœud, des faisceaux anormaux qui se prolongent jusque dans les premières feuilles. L'assise



Fig. 29. — Germinations de *Ceanothus communis*. — 1, jeune germination, — 2, la même plus âgée (les trois feuilles supérieures sont munies de stipules).

subéro-phellodermique se forme dans l'assise sous-épidermique. Nous n'avons rencontré de dépôts d'oxalate en mâcles, peu nombreuses à la vérité, que dans le bourgeon terminal de la tige au-dessus du premier entre-nœud.

Les deux premières *feuilles* sont unifoliolées et faussement opposées, les suivantes sont alternes et pourvues de stipules ovales et entières, la structure de ces premières feuilles est identique à celle des feuilles de l'adulte.

C. oleosum. — Les caractéristiques anatomiques des germinations de cette espèce dont les cotylédons sont du *type mince* sont très voisines de celles du *C. communis*.

Les *cotylédons* présentent dès l'embryon les structures alternes et superposées sans vaisseaux intermédiaires et persistent pendant plusieurs mois à jouer le rôle d'une véritable feuille.

Dans la *racine*, les radicelles naissent normalement en face des faisceaux du bois et la moelle n'est pas envahie par des formations ligneuses.

L'*axe hypocotylé* présente des lenticelles et des dépôts de mâcles d'oxalate dans la moelle et l'écorce dès la première feuille; il en est de même pour la jeune tige qui est également parsemée de poils pluricellulaires renflés à leur extrémité mais non contournés « en escargot » : une



Fig. 30. — 1, germination de *Canarium oleosum*. — 2, la même plus âgée.

cellule proémine, grossit et forme un bourrelet puis se divise en plusieurs cellules.

Le pétiole de la première *feuille* présente des faisceaux anormaux et des lenticelles et le limbe est dépourvu de cellules mucilagineuses dans l'épiderme, mais porte des poils unicellulaires et des poils sécréteurs multicellulaires analogues à ceux de la jeune tige. Les premières feuilles sont simples et à pétiole et nervures d'un rouge vif : elles ne présentent pas trace de renflement moteur.

Considérations sur la classification des *Canarium*. — On voit, qu'en dehors de la différence anatomique et physiologique entre les cotylédons minces et épais, on ne saurait trouver dans le développement pas plus que dans l'anatomie de l'adulte aucune indication de section ou de série correspondant à des différences morphologiques : la forme du noyau, de l'embryon

et des cotylédons est caractéristique d'une espèce, mais non d'un groupe. Toutefois, en observant nos cultures, nous avons été frappé de ce fait que certaines espèces avaient *toujours des stipules à partir de la deuxième ou troisième feuille*, alors que d'autres n'en n'avaient jamais et que la *forme de ces stipules était absolument constante pour une espèce donnée*.

Ainsi chez le *C. album*, les stipules sont deux filaments subulés, tandis que c'est une lame assez profondément laciniée chez le *C. moluccanum*, ovale et seulement finement déchiquetée sur les bords chez le *C. pulchre bracteatum*, très grande, elliptique et entière chez le *C. commune*, pour ne citer que quelques exemples.

Il y aurait, ce nous semble, une indication précise d'espèces voisines, de groupe d'espèces pour mieux dire, qui vaudrait bien par sa netteté les séries caractérisées par « des étamines réunies en anneau plus ou moins long, réunies en disque court ou insérées autour du disque » alors que le caractère opposé « étamines libres insérées autour du disque » n'a rien de bien tranché avec la seconde partie du caractère précédent.

Il est, du reste, à remarquer que *les espèces à cotylédons foliacés sont dépourvues de stipules* alors que *les espèces à cotylédons épais en ont souvent, mais pas toujours, au moins à l'état adulte*.

Ce caractère de la présence ou l'absence de stipules pris comme base d'une classification des *Canarium* aurait cet avantage de rapprocher des espèces qui, comme les *C. paniculatum*, *longiflorum*, *oleosum*, *legitimum*, *rostratum*, *villosum* et *asperum*, ont des cotylédons minces et d'en éloigner certaines autres comme le *C. hispidum* qui ont de gros noyaux et des cotylédons épais : les affinités morphologiques seraient aussi bien respectées que les affinités anatomiques et physiologiques.

Un autre caractère de classification, qui nous semble également de première valeur à cause de sa fixité, est la disposition et la forme des bractées. Engler s'est servi des « bractées concaves entourant le bouton » et des « bractées lancéolées ou linéaires-lancéolées (n'entourant pas le bouton) », pour établir des divisions

dans sa série *Crassipyrena*; n'y aurait-il pas lieu aussi de s'appuyer sur les *bractées à limbe bien développé* et sur *celles réduites à des écailles*, ce serait un caractère valant bien des « feuilles à 1-2 paires de folioles » opposées à des « feuilles à 2-4 paires de folioles ».

Nous nous proposons, du reste, de traiter en détail la classification des Burséracées dans un prochain Mémoire faisant suite aux « Produits utiles (1) », à la « Structure et développement », et à la « Biologie et répartition géographique (2) » et complétant aussi la Monographie des Burséracées.

6. — CANARIELLUM Engl.

Nombre des espèces : 1.

Espèce étudiée : *C. oleiferum* Engl.

Au point de vue purement morphologique on peut à peine reconnaître le genre *Canariellum* du genre *Canarium* : la fleur est, de même, du type 3 avec androcée diplostémone et fruit drupacé, indéhiscant, ne renferme qu'un seul noyau pluriloculaire. La forme de ce dernier n'étant pas toujours « presque en forme de balle », mais souvent ovoïde comme chez les *Canarium*, le seul caractère différentiel réside dans les noyaux à deux loges au lieu de trois correspondant dans la fleur ♀, encore inconnue, à deux carpelles au lieu de trois, mais ce caractère lui-même perd une partie de sa valeur si l'on se rappelle que nous avons signalé chez le *C. decumanum* et le *C. Balansæ* l'avortement, anormal il est vrai, mais total d'un des trois carpelles.

Mais si la morphologie ne trouve comme caractéristique du *Canariellum* que ce criterium n'offrant peut-être pas toujours la valeur absolue qui lui serait nécessaire, il n'en n'est pas de même pour l'anatomie qui fournit des différences nettement précises.

(1) Les produits utiles des Burséracées (bois, myrrhes, encens et élémis, etc. et leurs applications industrielles et pharmaceutiques. 1910.

(2) Biologie et répartition géographique des Burséracées (*Rev. gén. de Bot.*, 1908).

Tige. — La moelle est composée de cellules très régulières, non sclérifiées renfermant de l'oxalate en mâcles et en cristaux



Fig. 34. — *Canariellum oleiferum*. — Coupe transversale du limbe d'une feuille : Gr. 472.

et ne présente pas trace de faisceaux anormaux. Les rayons médullaires sont toujours unisériés ; dans le liber on rencontre des fibres lignifiées comme chez les *Trattinickia* ; le péricycle est formé de cellules très hétérogènes et l'écorce est très abondamment pourvue de sclérites.

Feuille. — Les faisceaux anormaux qui manquaient totalement dans la tige, se trouvent, par contre, dans le pétiole qui présente, comme la tige, de nombreuses sclérites corticales

et des dépôts d'oxalate en cristaux simples ou en oursin. Le limbe présente une grande épaisseur et une texture très coriace due à deux ou trois couches d'hypoderme, au dédoublement fréquent de l'assise palissadique et au grand développement du tissu lacuneux. L'épiderme inférieur est abondamment pourvu de papilles courtes et l'on trouve dans le tissu lacuneux des mâcles d'oxalate.

Le genre *Canariellum* est donc parfaitement bien caractérisé par les faisceaux anormaux existant dans la feuille seulement comme chez les *Trattinickia*, *Pachylobus*, *Santiria*, et par la présence d'un hypoderme à plusieurs couches dans le limbe de la feuille.

7. — **PACHYLOBUS** Don.

Nombre des espèces : 10.

Espèces étudiées : *P. balsamiferus* Mihi., *P. Büttneri* Engl., *P. edulis* Don., *P. Klaineanus* Mihi., *P. macrophyllus* Engl., *P. Osika* Mihi., *P. trimerus* Mihi.

Nous avons déjà étudié en détail (1) la tige et la feuille des espèces mentionnées ci-dessus, aussi n'y reviendrons-nous pas, nous bornant à reproduire la classification anatomique que nous avons pu établir et à rappeler les conclusions que nous avons formulées.

1° Le *P. dahomensis* Engler n'est certainement pas un *Pachy-*

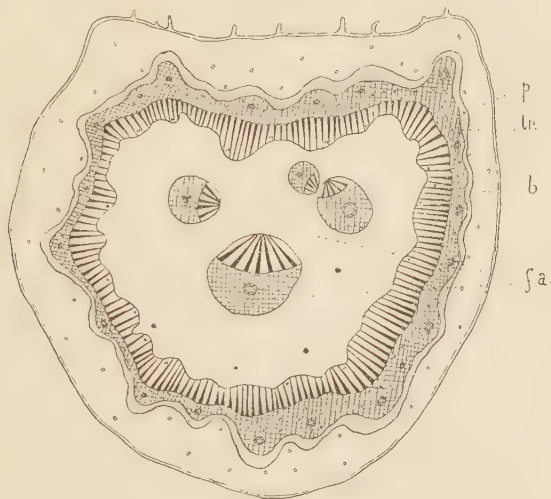


Fig. 32. — *Pachylobus edulis*. — Schéma de la coupe transversale du pétiole. — fa, faisceaux anormaux ; b, bois ; lr, liber, p, péricycle : Gr. 23.

lobus à cause du manque de faisceaux anormaux dans les feuilles et sa nervation est identique à celle, très particulière, des *Sorindeia* (Anacardiées).

2° Le *Sorindeia trimera* d'Oliver est, sans aucun doute, un *Pachylobus* et se confond avec le *Santiriopsis* (?) *obovata* de Pierre qui doit désormais s'appeler *Pachylobus trimerus*.

3° Le *Santiriopsis Ebo* de Pierre n'est pas une espèce distincte

(1) Journ. de Bot., 2^e série, t. II, p. 12-17, 1909.

légèrement surélevés, n'est pas papilleux mais présente en grand nombre des mâcles en oursin.

Fruit. — Le fruit drupacé ne renferme qu'un noyau parcheminé ou osseux mais peu épais, dans lequel on trouve une loge développée et le rudiment de l'autre. La loge fertile renferme un embryon volumineux ovoïde, présentant un grand nombre de lobes rappelant par leur ensemble un groupe de pyramides à peu près régulières qui seraient toutes attachées au même point par le sommet. Chacun de ces lobes est charnu, très huileux et épais, certains mesurant près de 1 centimètre. Le nombre en est assez variable ainsi que la disposition : chez le *P. edulis*, dans un premier embryon nous en avons noté 10 dont 4 entièrement cachés ; dans un second, 12, tous visibles ; dans un troisième, 13 tous visibles ; dans un quatrième, 10 également tous visibles.

La radicule est très volumineuse (jusqu'à 4 millimètres de diamètre) et émerge de la masse des cotylédons (*P. balsamiferus*, *trimerus*, *albiflorus*, *Klaineanus*) ou est entourée par ceux-ci et n'affleure que par une fenêtre ovoïde (*P. edulis*) ou bien même est entièrement cachée (*P. Büttneri*).

Un fait très curieux et qu'on peut constater à l'œil nu est le revêtement serré de petits poils mous et celluloseux qui garnit l'axe au niveau de l'insertion des cotylédons et quelque peu en dessous.

En coupe, on remarque que les faisceaux libéro-ligneux formés de très bonne heure dans l'embryon sont très nombreux dans l'axe (une trentaine) où ils sont disposés en cercle, et dans les



Fig. 34. — Germination de *Pachylobus edulis*.

lobes cotylédonaire où quelques-uns sont disséminés sans ordre au milieu, mais la plupart régulièrement rangés à la partie périphérique.

Germination. — La germination du *P. edulis*, que nous avons pu étudier sur un échantillon d'herbier recueilli au Gabon par M. Chalot et sur des semences fraîches rapportées par M. Aug. Chevalier, est des plus curieuses.

Les cotylédons sont entraînés par le développement de l'axe

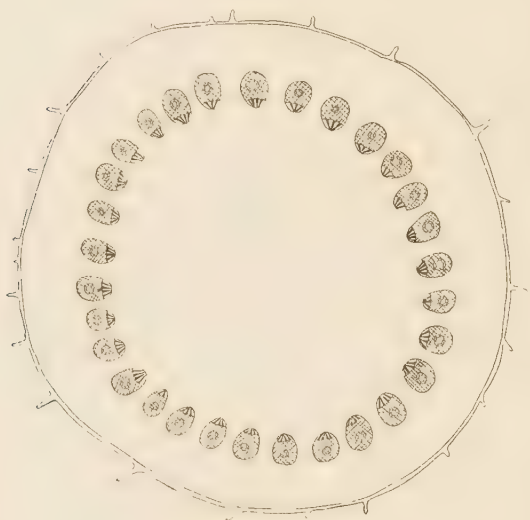


Fig. 35. — *Pachylobus edulis*. — Coupe transversale schématique de la partie supérieure de la tige jeune : Gr. 30.

hypocotylé au-dessus du sol où ils forment autour de lui une garniture circulaire de pendentifs brun foncé, la jeune tige s'allonge ensuite d'une vingtaine de centimètres, et c'est alors seulement que les deux premières feuilles qui sont opposées commencent à se développer en bourgeons d'un rose vif à pubescence

légèrement argentée. Les folioles sont pliées suivant leur nervure centrale, redressées verticalement et fortement appliquées les unes sur les autres.

Les premières feuilles opposées sont à trois folioles nettement pétiolulées et la base est pourvue d'un renflement moteur, les feuilles suivantes sont alternes et présentent 5 puis 7 paires de folioles : jamais il n'y a trace de stipules et les nervures médianes et latérales sont rougeâtres et garnies de petits poils hispides.

Les lobes cotylédonaire persistent pendant plusieurs mois, rappelant en cela les cotylédons minces des *Canarium*, mais en différant totalement par l'absence de chlorophylle et une texture

n'étant pas comparable au limbe d'une feuille mais plutôt aux cotylédons épais des *Canarium*.

8. — **DACRYODES** Griseb.

Nombre des espèces : 3.

Espèce étudiée : *D. hexandra* Griseb.

Tige. — La structure de la tige n'éloigne guère cette espèce des *Pachylobus*, bien qu'ici les cellules médullaires soient presque homogènes mais jamais transformées en sclérites, car, de même que dans le genre précédent, les arcs péricycliques sont constitués par des cellules très hétérogènes d'aspect et de taille, l'écorce est abondamment pourvue de sclérites et l'oxalate ne se rencontre qu'en mâcles peu nombreuses disséminées dans le jeune bois.

Feuille. — Le pétiole présente des faisceaux anormaux alors qu'il n'y en a pas dans la tige; on y rencontre encore quelques sclérites corticales, mais l'oxalate manque totalement.

La structure du limbe est assez différente de celui des *Pachy-*

lobus car il présente un hypoderme formé d'une seule couche; il manque totalement des cellules mucilagineuses que nous avons signalées chez les *P. edulis*, *Büttneri* et *Osika*. L'assise pallissadique n'a qu'une couche et les faisceaux libéroligneux sont entourés d'un manchon sclérifié s'étendant entre les deux épidermes.

Fleur. — Il existe en outre des différences sensibles dans la structure de la fleur entre les *Pachylobus* et les *Dacryodes* :

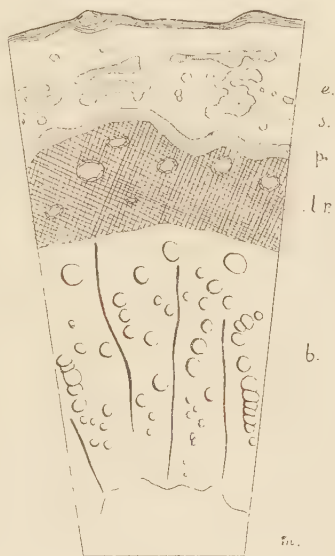


Fig. 36. — Coupe transversale de la tige de *Dacryodes hexandra*. — e, écorce; s, sclérenchyme; p, péricycle; lr, liber; b, bois; m, macle; Gr. 20.

nous avons noté que chez les premiers le tissu conducteur du tube pollinique formait deux masses entourant en leur centre une légère ouverture : ici, l'ouverture est nulle, les deux couches



Fig. 37. — *Dacryodes hexandra*. — Coupe transversale du limbe d'une foliole : Gr. 215.

de cellules étant juxtaposées, et les cordons au lieu d'être totalement distincts se réunissent en un seul avant de tapisser l'intérieur des loges ovariennes ; d'autre part, au lieu de quatre faisceaux (autant que d'ovules bien que ces faisceaux soient carpellaires et non placentaires), il n'y en a que deux alternant avec les cordons conducteurs chez le *Dacryodes*.

Le disque nectarifère est identique à celui des

Pachylobus et sa surface abondamment pourvue de stomates ne présente pas de papilles.

L'ovaire est à deux loges.

Fruit et embryon. — Le fruit est indéhiscant et renferme un noyau unique parcheminé, biloculaire mais ne contenant qu'un seul embryon. Celui-ci possède, comme les *Pachylobus*, une radicule bien développée et des cotylédons charnus, épais, multifides jusqu'à la base (ordinairement 5 divisions par cotylédon). Chaque lobe cotylédonaire est plus ou moins cylindrique et se replie intérieurement comme les phalanges de la main ; on sait qu'il en est de même dans la section *Santiriopsis* du genre *Pachylobus*.

A cause de la présence d'un hypoderme dans la feuille, du calice à sépales soudés dans toute leur longueur au lieu de n'être que réunis à la base et des anthères adnées, il nous paraît impossible de réunir le genre *Dacryodes* au genre *Pachylobus* même à titre de section distincte.

9. — *SANTIRIA* BL.

Nombre des espèces : 34.

Espèces étudiées : *S. borneensis* Engl., *S. floribunda* Schum., *S. Griffithii* Engl., *S. macrocarpa* King., *S. oblongifolia* Bl., *S. parviflora* Engl., *S. Planchoni* A. W. Benn., *S. sp.*

Le genre *Santiria* est très voisin du genre *Canarium*, mais s'en distingue cependant bien nettement par la structure autant que par la morphologie.

D'une part, comme nous l'avons montré antérieurement (1), les faisceaux anormaux n'existent que dans la feuille et manquent dans la tige ; de l'autre, le calice est toujours dialysépale, l'ovaire est à 2-4 loges au lieu de 3 et le fruit, symétrique uniquement par rapport au plan, ne renferme jamais qu'une seule graine.

Tige. — Alors que la moelle de la tige des *Canarium* est en général formée de cellules, non sclérifiées, à parois minces, chez les *Santiria* elle est ordinairement constituée par de larges plages de cellules entièrement sclérifiées, englobant quelques cellules à parois minces ; toutefois chez le *S. macrocarpa* nous n'avons pas observé de sclérites dans la moelle.

Les rayons médullaires, unisériés, sont très nombreux ; le liber ne présente ordinairement pas de fibres, bien que nous en ayons rencontré chez le *S. macrocarpa* ; le péricycle est continu mais peu épais et à cellules hétérogènes ; l'écorce, dépourvue d'oxalate chez le *S. parvifolia* et le *S. sp.*, est remplie de petites sclérites, disséminées ou réunies par petits groupes.

Feuille. — Dans le pétiole et les pétiolules, on rencontre les mêmes particularités anatomiques que dans la tige avec, en plus, des faisceaux anormaux ; nous y avons en outre constaté la complète lignification de l'épiderme chez le *S. sp.* L'oxalate, même s'il manque dans la tige, peut se trouver en abondance dans le pétiole et les pétiolules.

La structure du limbe semble particulièrement uniforme chez toutes les espèces : il y a toujours un épiderme supérieur à

(1) *Bull. du Mus.*, loc. cit.

grandes cellules assez épaisses, pas d'hypoderme, une seule couche palissadique et un épiderme inférieur présentant, logés dans de petites dépressions, des poils « en escargot » plus ou

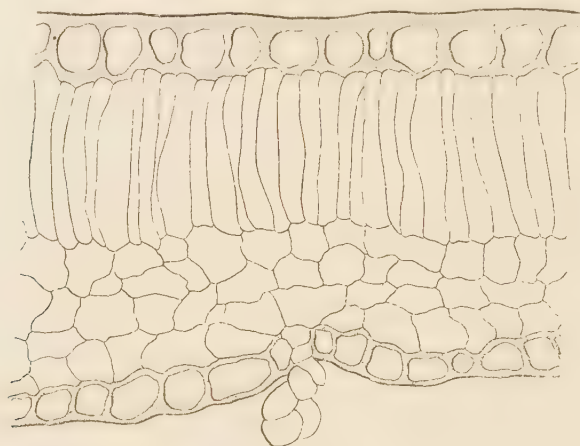


Fig. 38. — *Santiria Griffithii*. — Coupe transversale d'une foliole : Gr. 215.

moins nombreux et, chez bon nombre d'espèces, à la surface de l'épiderme, des poils simples, unicellulaires, sclérifiés.

Les mâcles d'oxalate sont fréquentes dans le tissu lacuneux, plus rares dans la couche palissadique.

Fleur. — Les sépales et les pétales sont, en général, glabres en dedans et garnis en dehors de poils simples et « en escargot » ; nous ne les avons jamais observés garnis de papilles.

Le disque n'est ni papilleux ni vascularisé, au moins dans la fleur ♂, les fleurs ♀ ou ♂ nous ayant complètement fait défaut pour l'étude anatomique.

Fruit et embryon. — Quant au fruit, on sait qu'il est drupacé,



Fig. 39. — Fruits de *Santiria* (coupe longitudinale) : les embryons ont été enlevés, mais l'embryon avorté a été laissé en place pour indiquer le point d'insertion). — 1, *S. macrocarpa* ; 2, *S. puberula* ; 3, *S. Planchoni* ; 4, *S. Griffithii* ; 5, *S. multiflora* ; 6, *S. Wrayi* ; 7, *S. parviflora* ; 8, *S. apiculata* : Gr. nat.

gibbeux sur le côté et renferme un noyau osseux peu épais, à deux loges, l'une développée et l'autre avortée, néanmoins la position du style et par suite des loges par rapport au pédicelle est variable : c'est ainsi qu'ils sont sensiblement opposés chez les *S. macrocarpa*, *multiflora*, *puberula*, *Planchoni*, *Griffithii*, tandis qu'ils sont très rapprochés chez les *S. parviflora* et *apiculata*; par



Fig. 40. — Embryons de *Santiria*. — 1, *S. sp.*, vu de dos et de face, et cotylédon déplié $\times 2$; 2, *S. apiculata*, vu de dos et de face; 3, *S. Planchoni*, vu de dos et de face; 4, *S. Griffithii*, vu de dos et de face : Gr. nat.

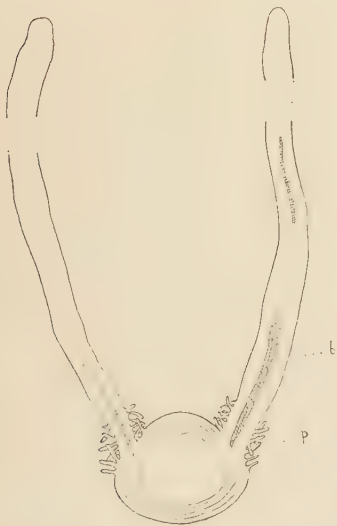


Fig. 41. — Coupe longitudinale schématique d'un embryon de *Santiria*; les cotylédons sont supposés dépliés. — *b*, vaisseaux du bois formés seulement dans les cotylédons; *p*, poils cellulosiques.

suite de ces différentes formes, l'embryon est tantôt vertical, tantôt incliné à 45° (*S. apiculata*) ou même complètement horizontal (*S. Wrayi*, *Griffithii*). Il est intéressant de rapprocher ces différentes formes de fruits de la série très comparable offerte par les divers *Pachylobus*, les *Eupachylobus* ayant le style terminal, les *Santiriopsis* le style déjeté.

L'embryon est globuleux à lobes cotylédonaux plissés et contournés, formant souvent une gouttière dorsale et la tigelle est extrêmement courte. Ayant déplié les cotylédons du *S. sp.*, nous avons reconnu qu'ils n'étaient pas profondément divisés comme chez les *Canarium*, mais seulement lobés comme chez les

Protium; chaque cotylédon présentait 5 lobes.

Si l'on pratique des coupes longitudinales et transversales

dans l'embryon, on constate que la tigelle est presque nulle, réduite seulement aux initiales de la tige et de la racine, sans différenciation d'aucun tissu, tandis que les cotylédons, plus de douze fois plus longs, sont bien développés et offrent une ligne de faisceaux libéroligneux à structure superposée parfaitement différenciés. La tigelle et l'extrême base des cotylédons sont garnis de nombreux poils cellulotiques analogues à ceux des *Pachylobus*.

Nous n'avons pu nous procurer de graines fraîches et par suite observer les germinations, mais d'après la structure de la tigelle cependant très réduite de *S. sp.* il semble vraisemblable de penser que les premières feuilles doivent être opposées, mais cela demanderait vérification.

10. — SCUTINANTHE Thw.

Nombre des espèces : 3.

Espèces étudiées : *S. Boerlagii* Hochr., *S. brunnea* Thw.

Comme l'a montré Jadin (1) le *S. brunnea* ne saurait être incorporé aux *Canarium*, car, si les caractéristiques anatomiques rappellent ce dernier genre, les faisceaux anormaux y font complètement défaut. On ne les retrouve même pas dans les pétioles, les pétiolules et les nervures des feuilles, comme cela a lieu, comme nous venons successivement de le voir, chez les *Trattinickia*, *Pachylobus*, *Santiria* et *Canariellum*.

La plante décrite par Hochreutiner (2) sous le nom de *S. Boerlagii* présente bien l'anatomie florale du genre mais offre une structure anatomique toute différente : la moelle est à cellules homogènes dont certaines sont sclérifiées, ce qui n'a pas lieu chez *S. brunnea*, les arcs péryclics sont discontinus et représentés par de petits paquets de fibres, mais on trouve, comme chez *S. brunnea*, des mûcles d'oxalate très nombreuses répandues partout : il est vrai qu'il n'y en a pas dans la moelle de l'espèce type du genre.

(1) *Loc. cit.*

(2) *Loc. cit.*

L'anatomie du pétiole de *S. Boerlagii*, montre qu'à l'intérieur de l'anneau libéro-ligneux, se trouve une masse centrale libéro-ligneuse normalement orientée qui manque entièrement chez *S. brunnea*. L'organisation de la feuille *S. Boerlagii* n'offre rien de particulier sinon des grandes cellules cristallifères dans l'assise palissadique, mais un fait particulièrement frappant est l'absence de canaux sécréteurs libériens dans tous les organes; ceux-ci existant toujours chez les Burséracées, on serait amené à rejeter des Burséracées le *S. Boerlagii*, cependant Hochreutiner, en décrivant cette espèce, a bien signalé l'absence de faisceaux anormaux dans la tige, mais n'a pas parlé du manque de canaux sécréteurs libériens qu'il n'aurait pu manquer d'observer; faut-il donc en conclure que l'échantillon que nous avons étudié, qui appartient au type et dont nous avons vérifié la détermination, est anormal ou que les canaux sécréteurs peuvent manquer plus ou moins complètement chez le *S. Boerlagii* qui deviendrait, de la sorte, un type de passage avec quelque famille affine?

Fleur. — La fleur des *Scutinanthe* est du type 5 avec calice profondément divisé comme chez les *Pachylobus* et les *Santiria* qui ont la fleur trimère et possèdent des faisceaux anormaux, l'ovaire ne présente que deux loges comme les *Pachylobus*; le style n'est pas capité mais affecte la forme d'un disque cannelé.

Le disque nectarifère en anneau ne présente pas de papilles et le tissu conducteur du tube pollinique ne forme qu'un unique cordon central aplati.

Fruit et embryon. — Le fruit est drupacé tout comme celui des *Canarium* et ne contient qu'un noyau osseux, mais ne renferme que deux loges dont une toujours avortée.

L'embryon est à cotylédons minces repliés et contournés mais parfaitement entiers, ce qui diffère totalement de ceux des *Canarium*; d'autre part, la radicule au lieu d'être droite est courbée dans sa partie supérieure.

Le genre *Scutinanthe* est donc bien caractérisé et différencié



Fig. 42. — Schéma de la coupe transversale du style du *Scutinanthe brunnea*; Gr. 40.

du genre *Canarium* par sa fleur 5-mère, ses organes sans faisceaux anormaux, ses noyaux à 2 loges et ses embryons à cotylédons entiers.

11. — AUCOUMEA Pierre.

Nombre des espèces : 1.

Espèce étudiée : *A. Klaineana* Pierre.

Racine. — Dans une racine âgée, de la taille du poignet, nous

avons remarqué de nombreuses couches corticales discontinues de tissu sclérifié et les vaisseaux ligneux étaient presque complètement obstrués par de nombreux thylles.

Tige. — La tige possède une moelle formée de cellules à parois minces, lignifiées, de deux types, les unes petites et bourrées d'oxalate surtout en mâcles, formant une sorte de réseau entourant les autres plus grandes, allongées et sans oxalate.

Le bois possède de très grands vaisseaux et de très nombreux rayons médullaires unisériés. Le liber secondaire offre de nombreuses fibres scléreuses de petit diamètre réunies par plages et de très nombreux canaux sécréteurs. Solereder dans son

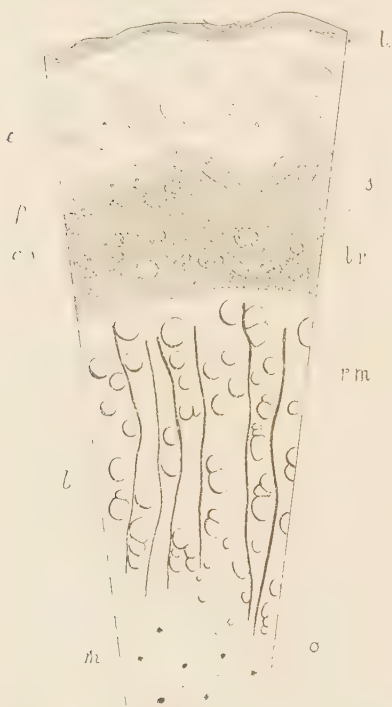


Fig. 43. — Coupe transversale de la tige d'*Aucoumea Klaineana*. — *l*, lenticelle; *s*, sclérenchyme; *e*, écorce, *p*, péricycle; *br*, liber; *b*, bois; *m*, moelle; *rm*, rayons médullaires; *cs*, canaux sécréteurs; *o*, cristaux et mâcles d'oxalate; Gr. 20.

Anatomie systématique signale l'*Aucoumea* comme étant avec le *Zanha* (qui n'est pas une Burséracée) les seuls genres de la famille

qui soient dépourvus d'organes sécréteurs libériens : il y a certainement erreur de détermination de la plante étudiée puisque l'*Aucoumea* possède des canaux sécréteurs dans tous les organes, apparaissant dès l'embryon bien avant sa maturité (2, fig. 48).

Les arcs péri-cycliques sont constitués par une zone continue de fibres de taille égale et l'écorce contient des plages sclérifiées ainsi que de nombreux dépôts d'oxalate en cristaux simples.

Feuille. — Le pétiole présente, en coupe, l'anneau libéro-



Fig. 44. — *Aucoumea Klaineana*. — Coupe transversale d'une foliole : Gr. 215.

ligneux fermé ordinaire chez les Burséracées; la moelle est hétérogène et l'écorce oxalifère comme dans la tige.

Les pétiolules offrent une structure analogue et leur partie supérieure est dilatée en un renflement moteur présentant la structure que nous avons déjà décrite chez les *Canarium* et *Pachylobus*.

Le limbe a un épiderme supérieur à cellules à parois assez minces, doublé d'un hypoderme à cellules allongées et épaissies;

L'assise palissadique est à plusieurs couches et renferme des cellules dilatées contenant une et même plusieurs macles d'oxalate.

Les stomates, très visibles, sont localisées uniquement dans l'épiderme inférieur.

Fleur. — Nous avons retrouvé partout les canaux sécréteurs

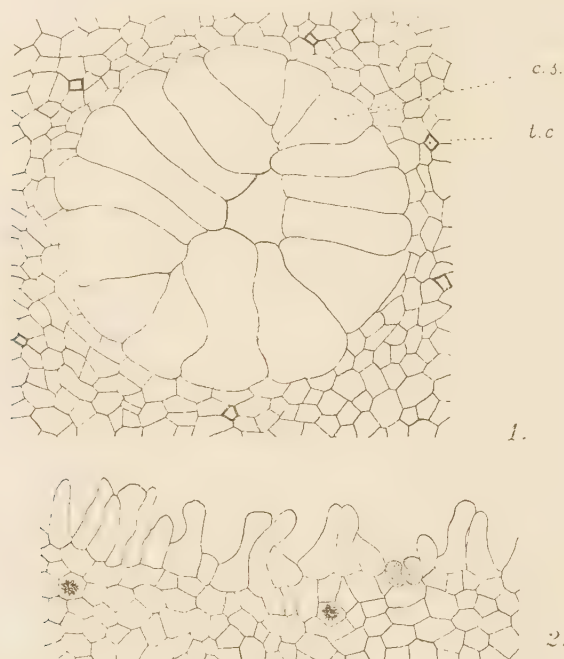


Fig. 45. — *Aucoumea Klaineana*. — 1, canal sécréteur d'un filet staminal; cs, cellules sécrétrices; tc, tubes criblés; 2, papilles des glandes nectarifères : Gr. 215.

libériens que nous avons signalés dans la tige et la feuille : ils avaient un aspect caractéristique ; quoique de gros diamètre, ils ne présentaient qu'une très petite lumière, les 12 ou 15 cellules sécrétrices étant énormément gonflées : nous rappellerons que nous avons trouvé une disposition identique dans des cotylédons de *Canarium* au moment de leur chute, c'est-à-dire quand les canaux sécréteurs cessaient de fonctionner.

Le style présente cinq cordons de tissu conducteur correspondant aux cinq loges de l'ovaire et présentant chacun une petite lumière centrale.

On sait que, seul parmi toutes les Burséracées connues,

Aucoumea présente des nectaires ne constituant pas un disque continu interne par rapport aux verticilles staminaux, mais des petits paquets insérés entre les filets des étamines, présentant deux sillons médians se coupant à angle droit en leur milieu et donnant à chaque nectaire l'aspect d'un paquet carré fortement ficelé en croix.

Une coupe anatomique dans ces paquets montre que le tissu nectarifère est faiblement vascularisé, constitué par de petites cellules renfermant d'assez nombreuses mâcles d'oxalate, et revêtu extérieurement de papilles semblables à celles du stigmate; çà et là on remarque quelques stomates.

Fruit et embryons. — Le fruit, présentant l'aspect d'une figue allongée, est déhiscent à maturité et se compose d'un axe central sur lequel viennent s'appliquer les cinq valves qui se détachent à maturité suivant une déhiscence septicide. A chacune d'elles correspond un noyau unique parcheminé attaché par une petite pointe à l'angle supérieur de la valve, bien que dans l'ovaire les ovules ne soient pas insérés à la partie supérieure de la loge.

Chaque noyau ne renferme typiquement qu'un embryon; cependant sur une cinquantaine de semences nous

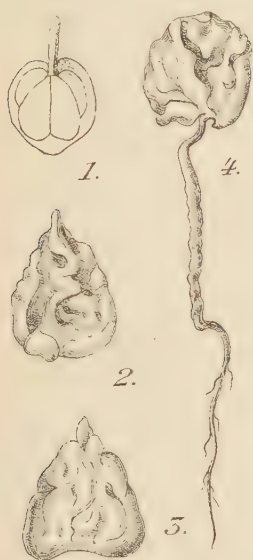


Fig. 46. — *Aucoumea Klaineana*. — 1, jeune embryon $\times 4$; 2 et 3, embryon adulte de dos et de face $\times 2$; 4, jeune germination: Gr. nat.



Fig. 47. — Germination d'*Aucoumea Klaineana*.

avons trouvé deux fois deux embryons parfaitement bien constitués et qui ont germé normalement.

La radicule est bien développée et mesure presque la même longueur que les cotylédons ; ceux-ci, sub-orbiculaires, sont d'abord parfaitement plans, puis se contournent et se plissent en restant toujours minces.

Germination. — La germination est rapide et ne demande

qu'une dizaine de jours : les graines mises en stratification à Libreville arrivaient dans un état de germination si avancé que leur reprise était fort compromise.

Au contraire des *Garuga*, *Protium*, *Pachylobus* et de certains *Canarium*, les feuilles sont nettement alternes, comme on peut en juger par la photographie (fig. 47). Les feuilles sont simples, longuement pétiolées, sans renflement moteur, et pourvues d'un acumen égalant presque le tiers du limbe.



Fig. 48. — *Aucoumea Klaineana*. — 1, schéma de la coupe transversale de l'axe hypocotyle $\times 40$; 2, coupe transversale d'un cotylédon non mûr : Gr. 215.

Le développement est très accéléré : plus de trois semaines avant la maturité du fruit, alors que les cotylédons sont encore parfaitement plans, on peut distinguer par simple transparence une nervure procambiale médiane rectiligne et deux paires de nervures procambiales latérales, arquées, se réunissant entre elles et avec la médiane près du bord. A ce moment les cotylédons et la radicule sont déjà pourvus de canaux sécréteurs avant d'avoir ni bois ni liber ; il y a loin de là à dire que le genre *Aucoumea* « n'a pas de vaisseaux balsamifères dans le liber » !

Le pétiole cotylédonaire est presque nul, mais par une coupe on peut constater qu'il renferme quatre faisceaux libéro-ligneux dont les deux du centre sont très rapprochés et se fusionnent pour former la nervure médiane du limbe cotylédonaire, tandis que les faisceaux latéraux se bifurquent pour donner chacun les deux nervures latérales.

Dans l'hypocotyle, on rencontre les huit faisceaux cotylédonaire entre lesquels s'en forment de nouveaux, sauf entre ceux qui en se réunissant donnent la nervure médiane du cotylédon.

L'axe hypocotylé, de même que le pétiole cotylédonaire et même les cotylédons, est revêtu, au moment de la germination, de poils cellulotiques courts et les stomates sont surélevés et forment saillie.

L'assise génératrice subéro-phellodermique de la tige est sous-épidermique et celle de la racine pérycycique.

En résumé, le genre *Aucoumea* est caractérisé par son fruit déhiscant à 5 valves et 5 noyaux libres les uns des autres, ses cotylédons entiers, plissés à maturité, et par ses feuilles primordiales simples nettement alternes.

Au point de vue anatomique la racine est du type 8, la tige de l'adulte à moelle hétérogène et à écorce présentant de larges plages scléreuses. L'hypoderme de la feuille et la couche palissadique à plusieurs assises est également caractéristique.

12. — **TRIOMMA** Hook. f.

Nombre des espèces : 4.

Espèce étudiée : *T. malaccensis* Hook. f.

Le genre *Triomma* est encore, à l'heure actuelle, l'un des plus mal connus puisque la diplostémonie de l'androcée n'est pas certaine et que les semences sont inconnues.

On sait cependant que la fleur est du type 5 avec ovaire 2-3 loculaire, que le fruit est largement trigone, presque ailé, s'ouvre à maturité en trois valves et contient trois noyaux durs, ligneux, non soudés entre eux ce qui rapproche évidemment ce genre monotype des *Aucoumea* et *Boswellia* mais plus particulièrement de ces derniers à cause de l'ovaire et du disque.

Tige. — La tige présente une moelle à cellules presque homogènes renfermant quelques mâcles d'oxalate à la périphérie; les

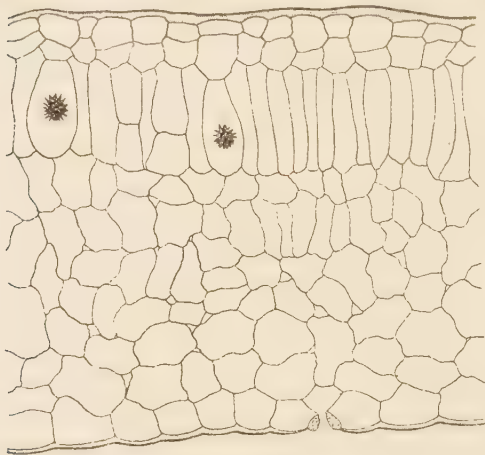


Fig. 49. — *Triomma malaccensis*. — Coupe transversale du limbe d'une foliole : Gr. 245.

rayons médullaires sont uni- ou bi-sériés; le péricycle continu, à peine festonné, est à cellules dissemblables; l'écorce contient quelques sclérites et il y existe de l'oxalate en cristaux simples ou en mâcles ainsi que dans le liber secondaire.

Feuille. — Le pétiole offre un anneau fermé libéro-ligneux, mais ni sclérites, ni oxalate, ni faisceaux anormaux.

Le limbe possède un hypoderme comme chez l'*Aucoumea* mais n'a qu'une seule assise palissadique et contient des mâcles d'oxalate peu nombreuses mais disséminées un peu partout.

On voit que les affinités morphologiques sont surtout avec les *Boswellia* et les ressemblances anatomiques plutôt avec l'*Aucoumea* car, comme nous allons le voir, les *Boswellia* n'ont pas d'hypoderme dans la feuille.

13. — **BOSWELLIA** Roxb.

Nombre des espèces : 15.

Espèces étudiées : *B. papyrifera* A. Rich., *B. serrata* Roxb., *B. socotrana* Balf. f.

Tige. — Chez le *B. papyrifera*, la moelle est formée de cellules homogènes à parois minces, lignifiées, au milieu desquelles se trouvent des canaux sécréteurs simples, sans faisceaux anormaux. On en a indiqué également chez le *B. serrata*, et Solereder en

donne même une figure ; dans des échantillons parfaitement authentiques nous n'en avons pas trouvé trace : la présence des canaux sécréteurs médullaires n'est donc pas constante, ou ce sont les auteurs qui ont commis une erreur et ont étudié une espèce pour l'autre, ce qui me semble fort vraisemblable. En effet, si l'on considère la coupe du *B. serrata* donnée par Solereder et présentant des canaux sécréteurs médullaires, on remarque que le péricycle est continu comme chez le *B. papyrifera*, alors que nous l'avons toujours trouvé discontinu chez le *B. serrata*.

L'oxalate manque dans la moelle chez le *B. papyrifera*, mais il existe en cristaux chez le *B. serrata* ; dans cette dernière, on rencontre de nombreuses plages sclérifiées dans le liber. Les sclérites manquent totalement dans l'écorce où l'on rencontre des dépôts d'oxalate en cristaux simples chez le *B. serrata*, en mâcles chez le *B. papyrifera*.

Il est intéressant de rappeler ici les résultats des recherches de Peter (1) sur les *Boswellia* et le *B. Carteri* en particulier ; ses conclusions signalaient :

« 1° L'apparition d'un simili cambium dans la partie la plus âgée du bois secondaire à la base lésée des jeunes pousses ;

2° La formation régressive d'un tissu collenchymateux dans le parenchyme de la moelle et de l'écorce primaire de la tige ;

3° La formation du suber dans la moelle par suite de lésion. »

Feuille. — Le pétiole présente un cercle complet de faisceaux avec péricycle continu et oxalate. Le limbe a un épiderme supérieur à cellules épaissies, pas d'hypoderme mais plusieurs couches palissadiques et des mâcles d'oxalate.

Chez le *B. papyrifera* on rencontre d'énormes poils tecteurs sclérifiés, unicellulaires et des poils capités formés d'une masse sphérique de plusieurs cellules, portée par un pédoncule de deux cellules en général, toutes étant à parois épaissies.

La structure du limbe des folioles du *B. socotrana* est assez différente : l'épiderme supérieur est formé de très grandes cellules à parois minces, cubiques, régulièrement juxtaposées

(1) *Sitzungber. Kais. Akad. Wiss. Wien. Math. naturw. Klasse* (1903 et 1904).

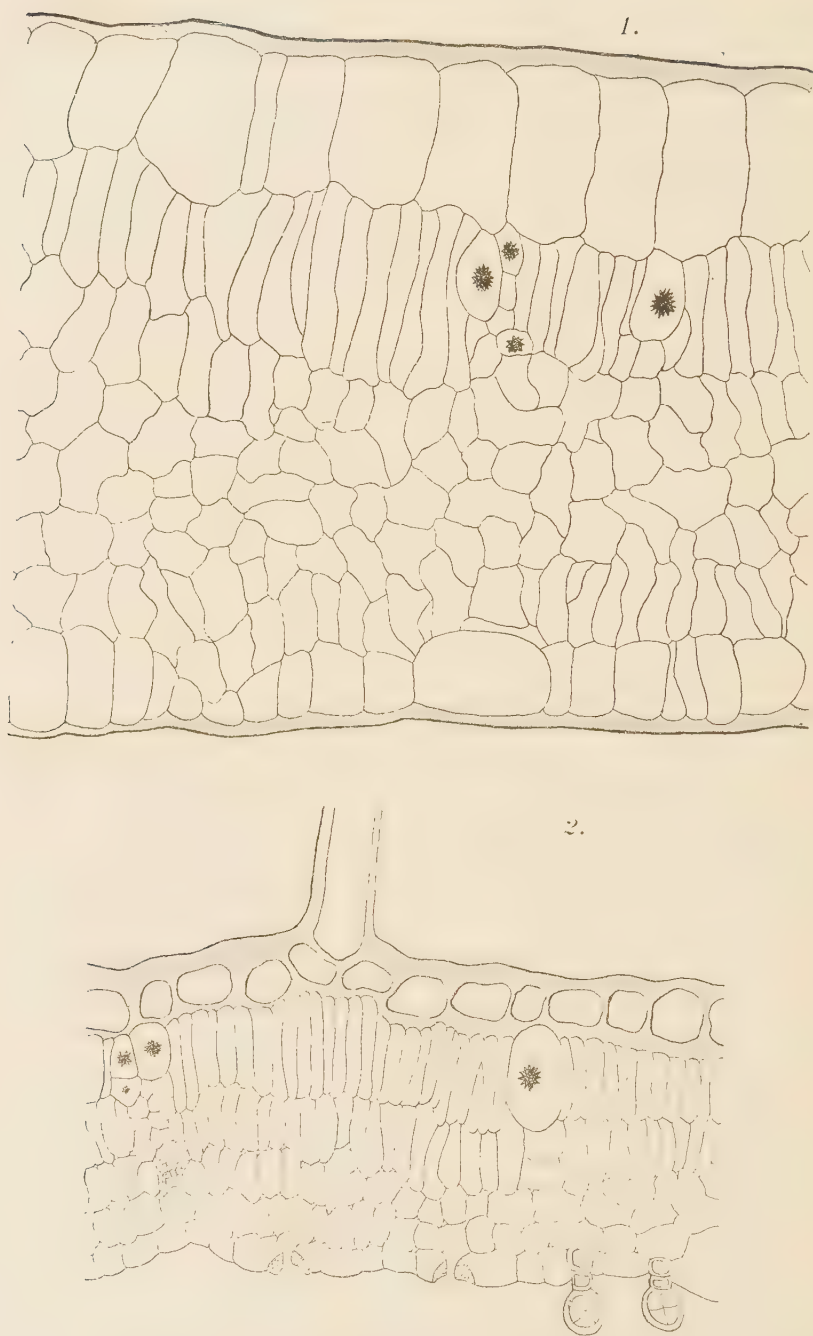


Fig. 50. — Coupes transversales de folioles de *Boswellia*. — 1, *B. socotrana*; 2, *B. papyrifera* : Gr. 215.

comme dans un tissu en palissade ; l'épiderme inférieur présente, lui aussi, de grandes cellules, mais au lieu de former un tissu continu, elles constituent des masses lenticulaires juxtaposées ; on trouve de l'oxalate en mâcles dans les cellules renflées du tissu en palissade et dans les nervures. Ces dernières sont revêtues de poils sclérifiés, crochus à l'extrémité comme chez *B. papyrifera*.

Chez le *B. Carteri*, Peter a décrit et figuré un épiderme supérieur analogue à celui du *B. socotrana*, mais l'épiderme inférieur ne présentait rien de particulier ; il a également signalé chez le *B. Carteri* des poils capités ordinaires et des poils tecteurs particuliers allongés et sclérifiés comme chez le *B. papyrifera* mais pluricellulaires et dentés sur les bords.

Fleur. — On sait que les fleurs des *Boswellia* sont dialy-

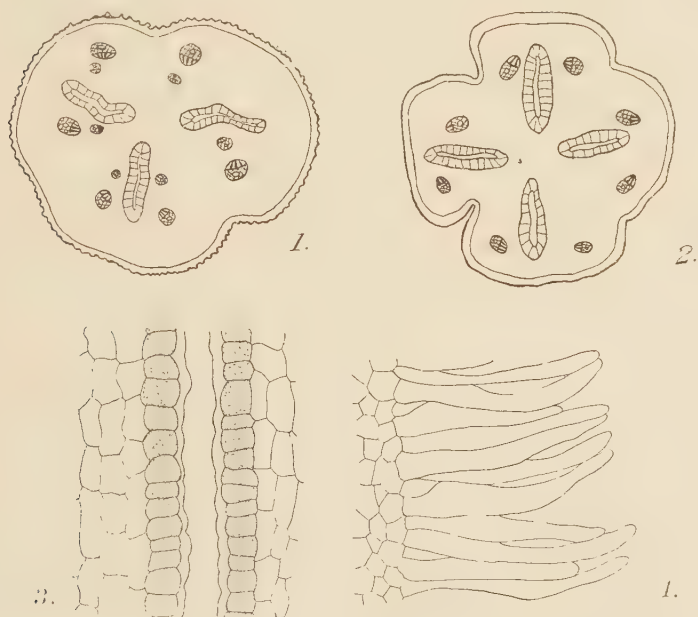


Fig. 31. — Fleur des *Boswellia*. — 1, coupe transversale schématique du style de *B. serrata* ; 2, de *B. papyrifera* : Gr. 40 ; 3, coupe longitudinale d'un cordon de tissu conducteur du tube pollinique de *B. serrata* ; 4, papilles du style de *B. serrata* : Gr. 215.

pétales, du type 5 avec 10 étamines libres insérées en dehors du disque annulaire et ont un ovaire à 2-4 loges biovulées (1).

(1) On a décrit l'ovaire comme n'ayant que 2-3 loges, il y en a pourtant souvent une quatrième parfaitement développée chez le *B. papyrifera*.

Chez *B. papyrifera*, les pétales et les sépales sont glabres, ne possèdent à leur face interne aucune papille et en coupe ne présentent pas de lacunes sécrétrices.

Le disque est au contraire couvert de papilles sur sa face interne, tandis que le style en est dépourvu comme le périanthe.

Chez le *B. serrata* au contraire, les pétales velus en dehors, montrent en dedans de très nombreuses papilles et possèdent de vastes lacunes arrondies.

Le disque est papilleux avec stomates très nombreuses; en coupe, on constate qu'il est abondamment vascularisé. Le style est, de même que les pétales, revêtu de papilles semblables à celles du disque, et il y existe autant de cordons de tissu conducteur du tube pollinique que de carpelles formant chacun une masse allongée avec lumière en leur milieu; chaque cordon est accompagné à droite et à gauche d'un faisceau libéro-ligneux doublé (pas chez le *B. papyrifera*) d'un autre faisceau plus petit; les cordons se réunissent en une seule masse étoilée à la base du style.

Fruit et embryon. — A maturité, le fruit est formé de

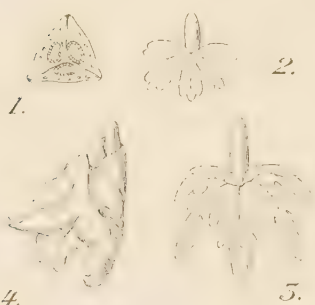


Fig. 52. — *Boswellia serrata*. — 1, fruit coupe transversale $\times 4/3$; 2, embryon très jeune $\times 8/3$; 3, embryon plus âgé $\times 8/3$; 4, embryon adulte $\times 8/3$.

2-4 valves, ordinairement 3, portant suspendue à leur partie supérieure chacune un noyau osseux uniloculaire renfermant un seul embryon, et d'un axe persistant après la chute des valves.

L'embryon contenu est d'abord plan avec une tigelle bien développée et des cotylédons composés-palmés à 5 divisions, chacune de celles-ci étant tronquée à son extrémité et présentant 3 dents.

Si l'on suit le développement, on constate que la dent médiane se développe énormément plus que les deux latérales, en sorte que, à maturité, chaque lobe est denté latéralement; en même temps qu'a lieu cette transformation, les cotylédons se plissent suivant le plan de symétrie perpendiculaire au limbe cotylédonaire et les lobes se contournent, ce qui fait que la tigelle est enveloppée par

les cotylédons et qu'on n'en voit plus que l'extrémité.

Un dessin d'embryon du *B. serrata*, publié par Berg (4) montre bien des cotylédons divisés mais non plissés et ne représente qu'un stade très jeune.

En coupe, la tigelle présente 4 faisceaux ; le canal sécréteur y est constitué dès le procambium. Les formations libéro-ligneuses apparaissent d'abord dans les cotylédons.

Le genre *Boswellia* se distingue donc bien du genre *Aucoumea* par son disque nectarifère continu et ses cotylédons divisés, sans parler de l'anatomie de la feuille.

14. — *BURSER* L. em. Triana e Planch

Nombre des espèces : 62.

Espèces étudiées : *B. angustata* Griseb., *B. aptera* Ramir., *B. biflora* Rose., *B. bipinnata* Engl., *B. Galeottiana* Engl., *B. graveolens* Triana et Planch., *B. jorullense* Kunth., *B. lanrifolia* Engl., *B. multijuga* Engl. (= *B. Pringlei* Wats.), *B. Simaruba* L., *B. tonkinensis* Mihi.

Le genre *Bursera* est peut-être l'un des genres de Burséracées où l'anatomie est le plus variable dans ses détails tout en restant constante dans son ensemble.

La forme générale des coupes de la base du pétiole — de ce qu'on a fort justement appelé la « caractéristique » — ainsi que la disposition des faisceaux libéro-ligneux à cet endroit, est en effet variable d'une espèce à l'autre, du moins pour les espèces étudiées. En particulier il est remarquable que le pétiole ne présente pas un anneau libéro-ligneux fermé chez certaines espèces (*B. Galeottiana* et *aptera* par exemple), tandis que chez d'autres (*B. Simaruba*, *tonkinensis*, etc...) l'anneau est fermé.

Tige. — La tige ne présente jamais de faisceaux ni de canaux médullaires, mais les cellules de la moelle sont tantôt polygonales, à parois minces, sans lacunes (*B. Simaruba*, *jorullense*, *tonkinensis*), tantôt arrondies, à parois épaisses et laissant entre elles

(4) *Charakteristik der für die Arzneikunde und Technik Wichtigsten Pflanzengattung*. Berlin, 1861.

des lacunes relativement considérables (*B. multijuga*, *graveolens*), mais nous n'avons jamais rencontré de cellules médullaires sclérifiées.

Le péricycle est sensiblement circulaire, non festonné et formé d'arcs juxtaposés; toutefois chez le *B. multijuga* il est discontinu et constitué seulement par des îlots de sclérenchyme correspondant aux premiers gros canaux sécréteurs libériens; il n'est pas homogène, des groupes de petites cellules polygonales étant juxtaposés ou mélangés à de grandes cellules plus ou moins arrondies.

Le liber n'offre rien de particulier si ce n'est exceptionnellement quelques fibres sclérifiées (nous n'en n'avons observé qu'une demi-douzaine chez le *B. graveolens* seulement).

Enfin, l'écorce n'offre aussi que rarement des sclérites disséminées ou réunies par petits groupes (*B. jorullense*).

En général, il existe des dépôts d'oxalate mais les mâcles, lorsqu'elles existent, sont presque toujours localisées dans un tissu à l'exclusion des autres : ainsi, chez les *B. Simaruba* et *jorullense*, les cristaux simples se trouvent dans la moelle et le péricycle, les mâcles dans l'écorce; chez le *B. multijuga*, les

Fig. 53. — Coupe transversale de la tige de *Bursera tonkinensis*. — *e*, écorce; *p*, péricycle; *lr*, liber; *b*, bois; *m*, moelle; Gr. 20.

cristaux sont dans l'écorce, les mâcles dans le liber; chez le *B. graveolens*, les mâcles sont dans la moelle, les cristaux dans tous les autres tissus; enfin chez le *B. tonkinensis*, les cristaux existent dans la moelle, le péricycle et l'écorce, mais les mâcles font complètement défaut.

Vesque (1) caractérise la tige des Térébinthacées, des *Bursera* et de quelques Éricacées parce que :

(1) *Ann. des Sc. nat. Bot.*, 6^e série, t. II, p. 153.

« il y a des fibres libériennes primaires formant une zone aplatie à la limite du bois primaire ».

tandis que chez d'autres espèces étudiées par lui :

« il y a des fibres libériennes primaires isolées ou en petits groupes isolés ».

Cette clef nous semble bien attaquable dans l'état actuel de nos connaissances, au moins pour les *Bursera* qui seuls nous occupent ici. D'abord, qu'est-ce que ces « fibres libériennes primaires » ? Comme nous l'avons indiqué, les fibres libériennes sclérifiées sont extrêmement rares et ne sauraient par conséquent former une zone continue ; il semble donc que Vesque ait eu en vue la zone scléreuse concentrique et immédiatement externe par rapport au liber et, par suite, son interprétation de la valeur de ce tissu qui constitue le péricycle serait erronée. Ensuite, nous avons mentionné que cette zone péricyclique n'est pas toujours continue (*B. multijuga*) et, par suite, l'opposition entre « une zone continue » et « des groupes isolés » comme caractérisant le genre *Bursera*, disparaît entièrement.

Feuille. — Comme nous l'avons dit, le pétiole est peut-être l'organe présentant le plus de variations anatomiques dans le genre *Bursera* : il est cylindrique avec anneau de faisceaux libéro-ligneux protégé par un anneau fermé de sclérenchyme chez les *B. Simaruba* et *tonkinensis*. Chez le *B. Galeottiana*, le pétiole est au contraire semi-circulaire avec quatre faisceaux en arc et deux masses latérales de collenchyme à la partie supérieure réunies entre elles par un étroit cordon de même tissu correspondant à une sorte de gouttière portant des poils tecteurs sclérifiés, unicellulaires et des poils sécréteurs « en escargot » tandis que la partie inférieure correspondant aux faisceaux est glabre mais papilleuse. Chez le *B. multijuga*, la disposition générale est analogue, mais le tissu collenchymateux est moins bien délimité ; par contre, il existe deux faisceaux supérieurs fermant le cercle de faisceaux bien que la couche scléreuse enveloppante ne forme pas un anneau fermé. On retrouve cette même disposition chez le *B. lancifolia*, avec cette différence qu'il y existe des cellules mucilagineuses. Chez le *B. aptera*, les faisceaux libéro-ligneux ne forment qu'un arc ouvert largement, mais

sont entourés d'une gaine collenchymateuse; il existe chez cette espèce, malgré son nom, de véritables ailes de chaque côté du pétiole mais non visibles à l'œil nu car elles sont rabattues sur la



Fig. 54. — Schémas de coupes transversales de pétioles de *Bursera*. — 1, *B. Pringlei*; 2, *B. aptera*; 3, *B. tonkinensis*; 4, *B. Galeottiana*; 5, sclérenchyme; c, collenchyme; Gr. 40.

saillie médiane. Chez beaucoup d'autres espèces, les ailes sont bien développées et sont, à tous points de vue, assimilables à des portions de limbe.

L'épiderme supérieur du limbe des folioles est à cellules régulières, non sécrétrices, chez le *B. Simaruba*, mais, le plus souvent, on rencontre des éléments mucilagineux constitués par des cellules arrondies, plus grosses, disséminées au milieu des cellules régulières plus petites (*B. multijuga*, *aptera*, *angustata*) ou groupés en masses lenticulaires limitées par des veinules (*B. biflora*), ou formant à elles seules tout l'épiderme (*B. bipinnata*): chez cette dernière espèce, les cellules mucilagineuses comparées aux autres cellules sont absolument énormes et occupent au moins la moitié de l'épaisseur de la feuille. Chez le *B. aptera* seulement, nous avons observé des cellules mucilagi-

neuses dans les deux épidermes qui, du reste, possédaient tous deux des stomates, mais chez les *Bursera* comme chez toute les Burséracées, il n'y a jamais de tissu palissadique qu'à la face supérieure et aucun tissu symétrique à la face inférieure: on ne saurait donc dire qu'une telle feuille est bifaciale (1).

Quant au tissu lacuneux, les seules variations qu'il présente est la présence ou l'absence de dépôts d'oxalate.

Fleur. — La fleur des *Bursera* est du type 4-5, le calice est formé de pièces soudées sur une plus ou moins grande longueur, mais les pétales sont entièrement libres. En coupe, on peut constater qu'ils ne sont pas papilleux et ne possèdent pas de cellules ni de lacunes sécrétrices en dehors des canaux libériens.

Les étamines sont libres et insérées en dehors du disque annulaire qui, chez le *B. multijuga* n'est revêtu que de papilles très courtes, presque nulles.

Le style présente autant de cordons conducteurs du tube pollinique que de loges dans l'ovaire, c'est-à-dire trois.

Fruit et embryon. — Le fruit est d'abord charnu, puis le péricarpe se dessèche et à maturité se détache en deux ou trois valves qui, en s'écartant, découvrent un noyau unique osseux,

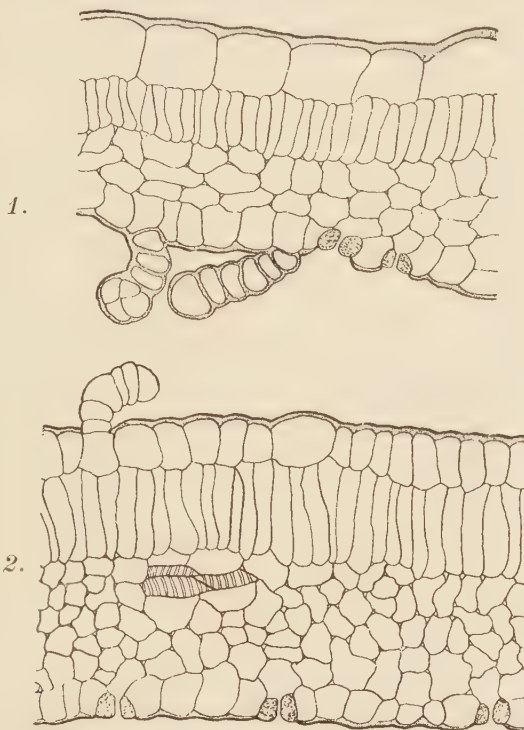


Fig. 55. — Limbes de folioles de *Bursera*. — 1, *B. graveolens*; 2, *B. Pringlei*; Gr. 215.

(1) Stépowski, *loc. cit.*

globuleux, ovoïde ou trigone. Celui-ci ne renferme qu'une loge fertile monosperme, mais les deux autres loges sont indi-

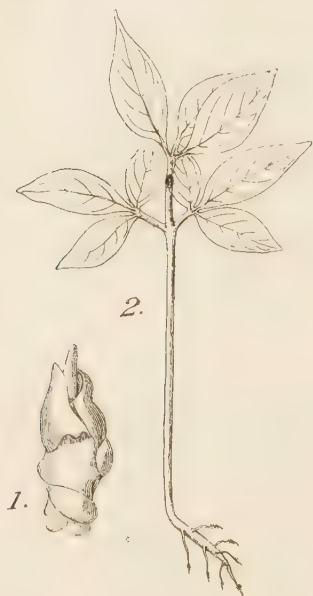


Fig. 36. — *Bursera Simaruba*. — 1, embryon $\times 5$; 2, germination $\times 1,6$ (d'après les croquis de l'herbier du Muséum).

quées par deux petites cavités à parois minces, friables et pouvant facilement se détacher de la loge fertile.

L'embryon contenu est à cotylédons verts, chiffonnés, repliés sans qu'il soit possible d'en saisir la forme.

Kunth (1) le premier a constaté que les cotylédons étaient laciniés jusqu'à leur base en trois divisions entières.

Malgré plusieurs envois de graines de *Bursera* du Mexique, des Antilles et du Brésil, nous n'avons pu obtenir de germinations, les noyaux étant tous stériles (2); cependant il existe, dans l'herbier du Muséum de Paris, quatre dessins dont nous ignorons l'auteur et portant cette

simple mention « Herb. Deless. »; ce sont probablement des dessins de germinations conservées dans l'herbier Delessert à Genève, ou des copies de dessins de ce même herbier. Quoi qu'il en soit, ces dessins montrent bien que les cotylédons sont composés palmés comme ceux des *Canarium*, mais les premières feuilles sont trifoliolées comme celles des *Protium*, des *Garuga* ou des *Pachylobus* et non simples comme chez les *Protium*; elles sont en outre opposées.

Le genre *Bursera* est donc bien caractérisé par son fruit et son embryon et montre une fois de plus que les genres à fleur du type 4-5 n'ont pas trace des faisceaux anormaux que nous avons rencontrés dans les genres à fleur du type 3.

(1) *Terebinthacearum genera*. Paris, 1824.

(2) Au dernier moment, nous nous procurons, grâce à M. Hubert, une germination de *Bursera* vérifiant en tous points les croquis de l'herbier du Muséum.

15. — **COMMIPHORA** Jacquin.

Nombre des espèces : 118.

Espèces étudiées : *C. africana* Engl., *C. Agallocha* Engl., *C. Boiviniana* Engl., *C. caudata* Engl., *C. fraxinifolia* Bak., *C. grandifolia* Engl., *C. Marchandii* Engl., *C. Myrrha* Engl., *C. Opobalsamum* Engl., *C. orbicularis* Engl., *C. Pervilleana* Engl., *C. pulverulenta* Mihi, *C. tetramera* Engl.

Le genre *Commiphora* est celui qui se rapproche le plus du genre *Bursera* à cause de son fruit à péricarpe déhiscents à maturité après avoir été charnu, ne renfermant qu'un seul noyau pluriloculaire dont une seule loge est fertile, mais il s'en distingue bien nettement par sa morphologie florale.

Au point de vue purement anatomique, il n'est pas possible de trouver un critérium permettant de distinguer ces deux genres, néanmoins les coupes de tige et de feuille des *Commiphora* présentent un ensemble de particularités qui permettent très bien de les reconnaître sans avoir pourtant de critérium.

Tige. — La moelle est tantôt formée de cellules minces, polygonales (*C. caudata*, *C. Marchandii*, *C. orbicularis*), tantôt constituée par des cellules plus épaisses, arrondies, laissant entre elles de nombreux méats (*C. africana*, *Myrrha*, *Pervilleana*).

Le bois présente de très nombreux rayons médullaires unisériés et un très grand nombre de fibres; par contre, les faisceaux sont peu nombreux et de petite taille.

Le liber présente des canaux sécréteurs volumineux et en grand nombre, ce qui explique la quantité considérable de gomme résine exsudée par ces plantes.

Les arcs péricycliques sont peu épais (1-3 couches de cellules, tantôt homogènes, tantôt hétérogènes), le plus souvent discontinus, parfois réduits à de petits amas de cellules scléreuses au niveau des plus gros canaux sécréteurs (*C. fraxinifolia*, *Marchandii*).

Nous n'avons jamais observé de sclérites dans l'écorce; par

contre, celle-ci présente de très nombreuses lenticelles qui peuvent atteindre la taille d'un pois chez le *C. fraxinifolia*.

Il existe assez souvent de l'oxalate dans les divers tissus : nous en avons rencontré en cristaux simples dans le liber et l'écorce du *C. Myrrha* et seulement dans l'écorce chez le *C. africana*.

On sait que la plupart des *Commiphora* possèdent deux sortes

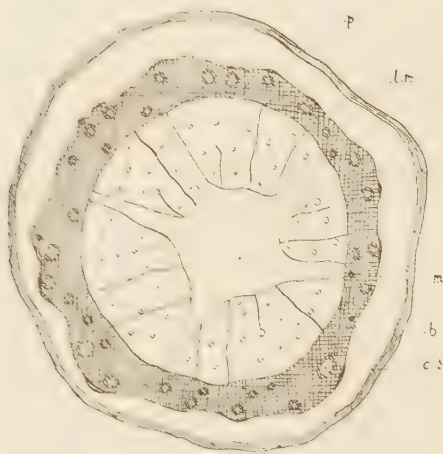


Fig. 57. — *Commiphora Marchandii*. Coupe transversale d'un rameau court. — m, moelle ; b, bois ; lr, liber ; cs, canaux sécréteurs, p, péricycle : Gr. 20.

de rameaux, les uns développés normalement, les autres très courts, à croissance extrêmement lente, couronnés au sommet d'un bouquet de feuilles et portant souvent les inflorescences ; bon nombre d'espèces ont en outre l'extrémité des rameaux transformée en une épine conique, allongée. Les rameaux épineux et l'épine elle-même ne nous ont fourni aucune particularité ana-

tomique intéressante ; par contre, les rameaux courts (non épineux des *C. Marchandii* et *orbicularis* nous ont montré une structure particulière : la moelle, au lieu d'être circulaire, était disposée en étoile dont les angles se prolongaient en une large bande médullaire insérée au milieu du bois, ainsi que d'énormes rayons médullaires, ce qui n'empêchait pas ceux-ci de coexister.

Feuille. — Le pétiole est ordinairement cylindrique, parfois aplati (*C. pulverulenta*) ou même déprimé au-dessus (*C. Agal-bacha* et *orbicularis*) ; normalement les faisceaux libéro-ligneux forment un cercle fermé, toutefois chez le *C. Opobalsamum*, ils ne sont disposés que suivant un arc largement ouvert ; presque toujours les cellules du pétiole, principalement celles de l'écorce, sont littéralement bourrées d'oxalate surtout en mâcles.

Les pétiolules sont entièrement comparables aux pétioles et ne présentent pas plus de renflements moteurs.

Le limbe présente ordinairement des cellules mucilagineuses

épidermiques, mais jamais d'hypoderme et une assise palissadique seulement; les principales variations portent sur la nature de l'épiderme, les poils et l'oxalate, mais nous ne saurions trop

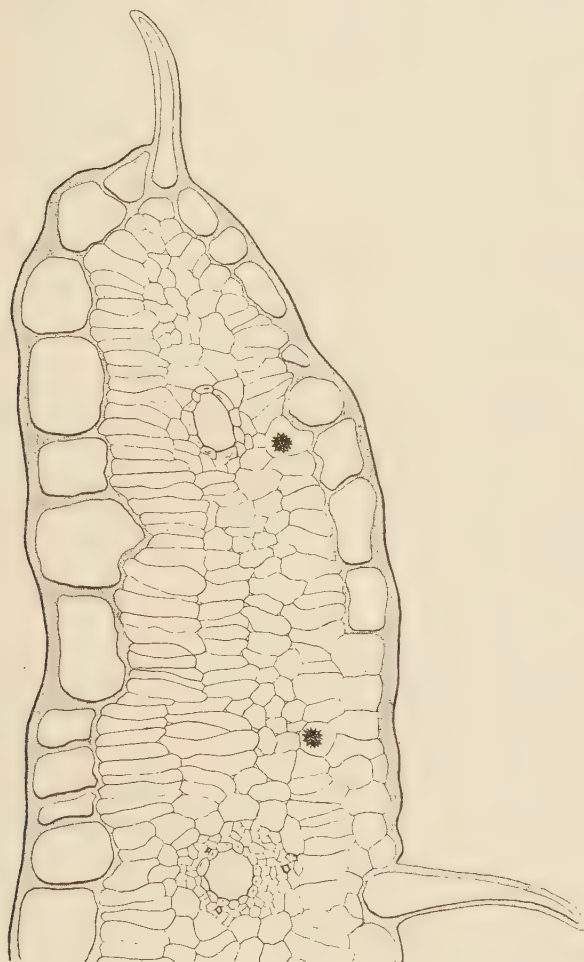


Fig. 58. — *Commiphora africana*. — Coupe transversale du limbe de la foliole terminale : Gr. 215.

répéter que ce dernier caractère ne nous semble rien avoir de spécifique.

Chez le *C. orbicularis*, l'épiderme supérieur est à grandes cellules mucilagineuses régulièrement disposées côte à côte; il existe des poils unicellulaires courts et très aigus et l'oxalate fait défaut.

Chez le *C. Agallocha* (1) les cellules de l'épiderme supérieur

(1) Comme plusieurs autres espèces, le *C. Agallocha* présente la curieuse

sont réduites en hauteur mais très dilatées horizontalement et bombées en dehors; il y a des mâcles en oursin dans tous les tissus, sauf l'épiderme supérieur.

Chez le *C. pulverulenta*, l'épiderme supérieur a une disposition analogue à celle que nous venons de décrire chez le *C. orbicularis*, mais il n'existe de mâcles que dans le tissu lacuneux; la pulvéulence roussâtre particulière à la face inférieure de la feuille est due à un très grand nombre de poils sécréteurs capités, les uns droils, les autres « en escargot » formés de cellules à parois très minces.

La structure est identique chez le *C. Marchandii*, à peu près identique chez le *C. Pervilleana* sauf l'absence de poils, et l'énormité des cellules de l'épiderme supérieur.

Chez les *C. africana* et *C. Opobalsamum*, il y a des cellules mucilagineuses dans les deux épidermes, des poils sclérifiés sur les deux faces et des dépôts d'oxalate en mâcles, mais dans la seconde de ces deux espèces elles sont surtout localisées dans l'assise lacuneuse la plus inférieure et située immédiatement au-dessus de l'épiderme.

Fleur. — La fleur présente une disposition que nous n'avons pas encore rencontrée : les sépales, les pétales et les filets des étamines sont soudés en cloche sur une plus ou moins grande longueur et ce tube est tapissé par le disque nectarifère concave et non annulaire; la partie libre des filets staminaux ne forme pas de tube particulier, chaque filet étant distinct.

Les matériaux nous ont presque complètement fait défaut pour l'anatomie; nous avons pu cependant constater que la partie soudée des deux verticilles du périanthe présentait à son intérieur de vastes lacunes sécrétrices.

Fruit. — Comme chez les *Bursera*, le fruit est d'abord charnu, puis le péricarpe se dessèche et s'ouvre en plusieurs valves à maturité et ne contient qu'un noyau osseux unique, à une seule loge fertile, mais montrant la trace de 4-5 autres loges avortées.

L'embryon est droit, à cotylédons minces, contournés, dont nous ignorons la forme, n'ayant eu que des fruits anciens

particularité d'avoir une grande foliole médiane avec deux autres, très petites, insérées à la base; ces dernières sont très rapidement caduques, en sorte que la feuille paraît le plus souvent simple.

et empoisonnés alors qu'il nous eût fallu des germinations.

Néanmoins le genre *Commiphora* est bien caractérisé par sa fleur et son fruit qui le distinguent très nettement des *Bursera* et, comme on va le voir, des *Garuga*.

16. — **GARUGA** Roxb.

Nombre des espèces : 6.

Espèces étudiées : *G. floribunda* Dene, *G. mollis* Turcz., *G. Pierrei* Mihi, *G. pinnata* Roxb., *G. sp.* (Jardin de Buitenzorg, VI, B, 88).

Tige. — Nous avons observé, ainsi que l'avait signalé Jadin, l'hétérogénéité des cellules de la moelle, les unes, grandes et allongées, contenant de gros cristaux d'oxalate entourant les autres plus régulières, de taille moindre et renfermant spécialement des matières tannantes. Les rayons médullaires sont unisériés et renferment aussi du tanin et de l'oxalate, ce dernier en cristaux simples.

Le bois est à texture serrée mais à éléments à parois très épaisses et à vaisseaux de diamètre assez faible.

Le péricycle scléreux forme autour du liber un anneau fermé; il y a en outre une zone de fibres sclérifiée presque continue dans le liber secondaire.

L'écorce contient beaucoup de tanin — aussi les indigènes de l'Indo-Chine l'utilisent-ils pour le tannage — et présente en outre des sclérites nombreuses, disséminées ou groupées en petits îlots d'une dizaine de cellules, en général de taille fort différente; dans les cellules scléreuses, aussi bien que dans les cellules restées cellulósiques, on rencontre des cristaux d'oxalate chez le *G. pinnata*.

Feuille. — Le limbe est mince et peu épais, sauf chez les *G. Pierrei* et *coriacea*? et ne comprend qu'un épiderme mince, une assise palissadique unique et trois ou quatre couches lacuneuses. Comme le pétiole, il est revêtu à sa partie supérieure, chez le *G. mollis*, de poils unicellulaires sclérifiés, longs et crochus à leur extrémité.

Fleur. — La fleur est du type 5, campanulée avec disque concave à la manière des *Commiphora*, mince et se terminant par de petites protubérances alternant avec les 10 filets staminaux ; dans ce tapis nectarifère les mâcles d'oxalate sont fréquentes, mais les papilles font défaut ; les stomates sont légèrement surélevées.

L'ovaire, à 5 carpelles limitant 5 loges biovulées, est petit par



Fig. 59. — *Garuga Pierrei*. — 1, papilles stigmatiques : Gr. 215 ; 2, coupe transversale du style ; tc, cordons de tissu conducteur du tube pollinique : Gr. 40 ; 3, un de ces cordons plus grossi : Gr. 215.

rapport à la partie campanulée de la fleur et a des parois minces. Un premier cercle de faisceaux vascularise les parois des carpelles et un second, interne et orienté en sens inverse, nourrit les ovules et émet des prolongements dans le style.

Celui-ci est plein et présente cinq cordons de tissu conducteur du tube pollinique, à section elliptique qui alternent avec des groupes de deux faisceaux libéro-ligneux.

Les papilles stigmatiques sont courtes et on retrouve dans la couche immédiatement interne des mâcles d'oxalate.

Fruit et embryon. — Le fruit est charnu et indéhiscant, en général non velu et renferme de 1 à 5 noyaux globuleux ruminés à l'extérieur, osseux, très durs, uniloculaires et monospermes. L'embryon unique apparaît comme formé d'une tigelle très courte et de nombreux lobes cotylédonaux foliacés.

Germination. — Les graines que nous a envoyées M. le Dr Treub ne portaient pas de nom d'espèce, mais certains sujets issus de ces graines ont maintenant des feuilles adultes à folioles glabres, terminées par un long acumen et portées par des pétioles courts, qui correspondent assez bien à celles du *G. pinnata*.

Durant la germination qui est lente, même dans des serres coloniales se rapprochant des conditions de milieu de sous-bois tropical, le noyau éclate suivant un méridien et laisse échapper la radicule puis les cotylédons qui se déplient tout en émergeant de terre : on peut voir alors qu'ils sont composés-palmés à cinq lobes principaux, nous disons principaux, car fréquemment les lobes situés à droite et à gauche du lobe médian présentent deux petits lobes secondaires peu marqués situés du côté du lobe interne.

Les premières feuilles apparaissent tardivement et sont faussement opposées car elles n'apparaissent pas simultanément; ce n'est que vers la neuvième ou dixième



Fig. 60. — *Garuga pinnata*. — Cotylédons étalés $\times 1/3$.



Fig. 61. — Germination de *Garuga pinnata*.

feuille qu'elles sont franchement alternes; les feuilles primordiales sont à trois folioles serrées sur les bords, celle du milieu étant toujours plus grande et portée par un pétiole distinct,

tandis que les latérales sont sessiles. La huitième ou neuvième feuille commence à être à deux paires de folioles et le nombre s'accroît ensuite jusqu'à une dizaine de paires, en même temps qu'on voit apparaître de temps à autre à la base d'une foliole une pinnule, sorte de petit limbe sessile, orbiculaire, comparable à une stipule de second ordre : les stipules manquent cependant complètement dans tout le genre.

Il est bon de remarquer que les feuilles à trois folioles sont plus simples que les cotylédones à cinq divisions, ainsi que nous l'avons signalé chez les *Canarium*, ce qui est assez rare, les feuilles séminales (cotylédons), les feuilles primordiales et les feuilles adultes suivant un ordre de complication croissante et rappelant fréquemment, comme l'a montré M. Dufour pour les *Achillea* (1), le type des feuilles adultes d'espèces voisines.

Dans l'embryon, la radicule et la tigelle sont carrées et présentent quatre cordons procambiaux offrant déjà à leur intérieur un gros canal sécréteur. Les premiers vaisseaux puis le bois se forment avant même que les cotylédons ne soient sortis du noyau, la structure superposée remplace très rapidement la structure alterne et l'assise cambiale se forme dans l'axe hypocotylé en même temps que les premiers vaisseaux déformés et écrasés se résorbent sur place. Presqu'en même temps, on constate dans la racine, la constitution d'une assise génératrice pérycyclique. Lorsque les formations libéroligneuses se sont rejointes de manière à former un manchon complet, les arcs pérycycliques se sclérifient et l'oxalate commence à se déposer en mâcles dans l'écorce.

Après l'apparition des deux premières feuilles on peut constater qu'il existe des canaux sécréteurs dans le liber secondaire de l'hypocotyle et que les arcs pérycycliques ont achevé de se sclérifier. Au même moment, commence à se former dans l'axe hypocotylé une assise subéro-phellodermique sous-épidermique. Dans le cotylédon, il existe cinq nervures correspondant à chaque lobe, mais il n'y en a que deux dans le pétiole cotylédonaire : une première ramification se produit pour innerver les lobes les plus externes, puis une seconde pour les lobes internes.

(1) *Observations sur les feuilles primordiales des Achillées* (C. R. Acad. des Sc., 24 juin 1907).

ce qui fait qu'en réalité les lobes ne sont pas insérés au même point (palmés) mais dépendent deux à deux les uns des autres (pennés).

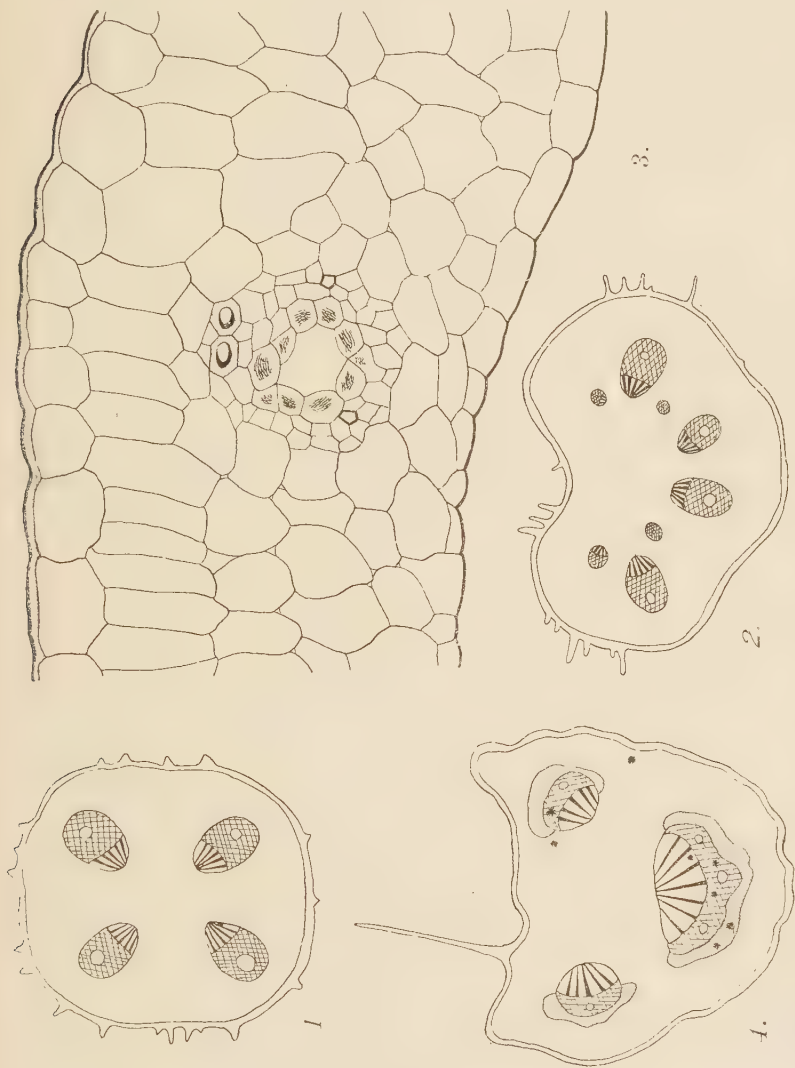


Fig. 62. — *Garuga pinnata*. — 1, coupe schématique de l'axe hypocotyle jeune : Gr. 40; 2, coupe schématique d'un lobe cotylédonaire : Gr. 40; 3, coupe schématique du pétiole de la première feuille : Gr. 40.

Avant l'apparition de la première feuille, la tige, la face supérieure des lobes cotylédonaire et le bourgeon terminal sont revêtus de poils clairsemés, raides, unicellulaires, analogues à ceux revêtant les feuilles chez l'adulte dans certaines espèces; les premières feuilles sont parsemées de poils tecteurs

analogues et de poils sécréteurs capités formés d'une tige de plusieurs cellules superposées supportant une masse globuleuse pluricellulaire.

Les cotylédons, de même que les feuilles, ne présentent pas d'hypoderme et ne comportent qu'une seule assise palissadique.

Le genre *Garuga* est donc parfaitement caractérisé par sa fleur, son fruit et ses cotylédons.

17. — **CANARIASTRUM** Engl.

Une seule espèce connue : *C. Zenkeri* Engl. que nous n'avons jamais vue.

La description d'Engler indique que le fruit est charnu, indéhiscent, à trois noyaux uniloculaires, mais ne dit absolument rien de l'anatomie, de sorte qu'il n'est peut-être pas certain que ce soit une Burséracée.

DEUXIÈME PARTIE

CHAPITRE I. — CLASSIFICATION DES BURSÉRACÉES.

De l'exposé descriptif qui précède, on peut déduire les caractères anatomiques de la famille :

Racine. — A moelle lignifiée souvent envahie par le bois, liber à canaux sécréteurs se formant dans le procambium, péri-cycle scléreux, des sclérites ou non dans l'écorce.

Tige. — A moelle lignifiée, souvent en partie sclérifiée, présentant uniquement des canaux sécréteurs chez le *B. papyrifera* et des faisceaux libéro-ligneux anormaux orientés à contre-sens chez tous les *Canarium* ; liber à canaux sécréteurs ; péri-cycle scléreux, au moins en partie ; écorce avec ou sans sclérites, avec ou sans canaux sécréteurs ; assise subéro-phellodermique en général sous-épidermique. Oxalate en cristaux simples, en mâcles ou nul.

Pétiole. — Cylindrique ou aplati en dessus, parfois ailé, présentant presque toujours un cercle complet de faisceaux et des faisceaux anormaux chez *Canariellum*, *Pachylobus*, *Dacryodes*, *Santiria*, *Trattinickia* et *Canarium* ; parfaitement comparable à la tige.

Limbe de la feuille. — Jamais bifacial dans les espèces observées ; épiderme souvent mucilagineux, surtout l'épiderme supérieur, pas souvent papilleux ; rarement un hypoderme ; tissu palissadique en général à une seule assise ; assez souvent des stomates sur les deux faces ; souvent des poils tecteurs simples ou stellés, des poils sécréteurs capités et en « escargot » ; nervures, même les plus petites, pourvues d'un canal sécréteur libérien ; oxalate ou non ; rien ne prouve la « prédisposition particulière à avoir des domaties ».

Fleur. — Périante avec ou sans lacunes sécrétrices, papilleux ou non ; disque papilleux ou non, vascularisé ou non, stomatifère ou non ; stigmate toujours, style rarement papilleux, tissu conducteur du tube pollinique à cellules allongées, à

B. Pas de faisceaux anormaux :

a. Hypodermé dans la feuille.....	}	<i>Aucoumea.</i>
		<i>Triomma.</i>
		<i>Boswellia.</i>
		<i>Bursera.</i>
		<i>Commiphora.</i>
b. Pas d'hypoderme dans la feuille.....	}	<i>Garuga.</i>
		<i>Tetragastris.</i>
		<i>Crepidospermum.</i>
		<i>Protium.</i>
	}	<i>Scutinanthe.</i>

Nous ignorons dans quel groupe placer le *Canariastrum*.

En se basant uniquement sur les fruits, les semences et les germinations, on peut établir la classification suivante que nous exprimerons aussi sous forme de clef dichotomique de façon à la rendre pratique pour les collections de graines et les services de culture où le plus souvent on envoie des fruits et des graines complètement dépourvus d'échantillons botaniques permettant l'étude de la fleur.

On saura d'abord qu'on aura affaire à une Térébinthacée par une coupe dans un organe quelconque des germinations permettant de voir s'il y a des canaux sécréteurs libériens, et qu'il s'agit en particulier d'une Burséracée en regardant dans le noyau s'il n'existe pas trace d'un second ovule avorté, au moins dans la loge fertile.

Classification des Burséracées d'après le fruit, les graines et les germinations.

A. Fruit indéhiscent.

a. Un noyau pluriloculaire.

α. Cotylédons plissés, non entiers.

+ Cotylédons composés.

Δ Première feuille simple.....	<i>Canarium.</i>
--------------------------------	------------------

ΔΔ Première feuille trifoliée.....	<i>Pachylobus.</i>
------------------------------------	--------------------

<i>Insertæ sædis</i>	<i>Dacryodes.</i>
----------------------------	-------------------

	<i>Trattinickia.</i>
--	----------------------

++ Cotylédons seulement lobés.....	<i>Santiria.</i>
------------------------------------	------------------

<i>Insertæ sædis</i>	<i>Canariellum.</i>
----------------------------	---------------------

β. Cotylédons plissés, entiers.....	<i>Scutinanthe.</i>
-------------------------------------	---------------------

b. 1-5 noyaux uniloculaires.

α Cotylédons non plissés.

+ Cotylédons non incurvés.....	<i>Tetragastris.</i>
--------------------------------	----------------------

++ Cotylédons incurvés.....	<i>Crepidospermum.</i>
-----------------------------	------------------------

β. Cotylédons plissés.

+ Cotylédons composés.....	<i>Garuga.</i>
----------------------------	----------------

++ Cotylédons seulement lobés.....	<i>Protium (pro parte).</i>
------------------------------------	-----------------------------

B Fruit déhiscent.*a.* 1-5 noyaux uniloculaires.*α.* Cotylédons plissés.

+ Cotylédons non entiers.

Δ Cotylédons lobés *Protium* (*pro parte*).ΔΔ Cotylédons composés *Boswellia*.++ Cotylédons entiers *Aucoumea*.*Insertæ sædis* *Triomma*.*b.* Un noyau pluriloculaire.*α.* Cotylédons plissés.

+ Cotylédons composés.

Δ Première feuille trifoliolée *Bursera*.

Cotylédons?

Première feuille ? *Commiphora*.

Par son fruit indéhiscant, à trois noyaux uniloculaires le *Canariastrum* se placerait au voisinage des *Tetragastris*, *Crepidosperrum*, *Garuga* et *Protium*.

Il est intéressant de comparer ces résultats à ceux qu'on obtient par la seule étude de la fleur.

Classification des Burséracées uniquement d'après la fleur.**A.** Fleur du type 3.*a.* Dialypétale.

<i>α.</i> Anthères non adnées.....	{	<i>Canarium.</i>
		<i>Canariellum.</i>
		<i>Santiria.</i>

β. Anthères adnées..... *Pachylobus.**b.* Gamopétale..... *Dacryodes.**b.* Gamopétale..... *Trattinickia.***B.** Fleur du type 5-4.*a.* Gamopétale..... *Tetragastris.**b.* Dialypétale.*α.* Isostémone..... *Crepidosperrum.*

β. Diplostémone.

+ Réceptacle plan.

Δ. Disque annulaire.

⊙ Ovaire à 4-5 loges..... *Protium.*

⊙⊙ Ovaire à 2-3 loges.

□ Stigmate discoïde..... *Scutinanthe.*

□□ Stigmate non discoïde	{	<i>Bursera,</i>
		<i>Boswellia.</i>
		<i>Triomma.</i>

ΔΔ Disque à glandes séparées..... *Aucoumea.*

++ Réceptacle concave.

Δ Ovaire à 2-3 loges..... *Commiphora.*ΔΔ Ovaire à 5 loges..... *Garuga.*

Par sa fleur du type 5, dialypétale diplostémone (?), à réceptacle plan et disque continu, le *Canariastrum* se placerait au voisinage des *Protium*, *Scutinanthe*, *Boswellia*, *Triomma* et *Bursera*.

En combinant ces trois classifications on peut arriver à une classification rationnelle puisqu'elle est basée, non sur un seul caractère tiré de la fleur ou du fruit, mais sur tout un ensemble de particularités anatomiques et morphologiques; nous l'exprimerons encore sous forme de clef dichotomique afin de la rendre d'un usage commode.

Classification générale des Burséracées.

- A. Fleur du type 3.
 a. Dialypétale.
 α. Anthères non adnées.
 + Faisceaux médullaires dans la tige..... 1. *Canarium*.
 ++ Pas de faisceaux médullaires dans la tige.
 Δ Fruit symétrique suivant un axe.
 ⊙ Endocarpe ligneux..... 2. *Canariellum*.
 ⊙⊙ Endocarpe parcheminé..... 3. *Pachylobus*
 (sect. *Eupachylobus*)
 ΔΔ Fruit symétrique suivant un plan seulement.
 ⊙ Cotylédons composés..... 3. *Pachylobus*
 (sect. *Santiriopsis*).
 ⊙⊙ Cotylédons lobés..... 4. *Santiria*.
 β. Anthères adnées..... 5. *Dacryodes*.
 b. Gamopétale..... 6. *Trattinickia*.
 B. Fleur du type 5-4.
 a. Gamopétale..... 7. *Tetragastris*.
 b. Dialypétale.
 α. Isostémone..... 8. *Crepidospermum*
 β. Diplostémone.
 + Réceptacle plan.
 Δ Disque annulaire.
 ⊙ Ovaire à 4-5 loges..... 9. *Protium*.
 ⊙⊙ Ovaire à 2-3 loges.
 □ Stigmate discoïde..... 10. *Scutinanthe*.
 □□ Stigmate non discoïde.
 ⊓ Fruit non ailé.
 ★ Un seul noyau pluriloculé..... 11. *Bursera*.
 ★ ★ Plusieurs noyaux uniloculés..... 12. *Boswellia*.
 ⊓⊓ Fruit ailé..... 13. *Triomma*.
 ΔΔ Disque à glandes séparées..... 14. *Aucoumea*.
 ++ Réceptacle concave.
 Δ Ovaire à 2-3 loges..... 15. *Commiphora*.
 ΔΔ Ovaire à 5 loges..... 16. *Garuga*.

Par sa fleur du type 5, dialypétale, vraisemblablement diplostémone, à réceptacle plan, et disque continu, par son fruit indéhiscent, à trois noyaux uniloculaires (indiquant probablement un ovaire à trois loges), le *Canariastrum* doit — s'il est une Burséracée — se placer au voisinage des *Protium*, *Scutinanthe* et *Bursera*; Engler l'a rapproché des *Canarium*, mais pour cela il serait nécessaire de savoir s'il existe ou non des faisceaux anormaux.

Nous rappellerons, en outre, qu'au point de vue chimique les sécrétions des Burséracées constituent (avec celles des Rutacées) une famille caractérisée par la présence de « Resen » et d'Amyrine et qu'on peut y distinguer les groupes suivants :

A. Des résines.

a. A Bryoïdine, sans leicacine *Canarium*.

b. Sans Bryoïdine, à leicacine *Protium*.

Insuffisamment connues : *Pachylobus*, *Dacryodes*, *Aucoumea*, *Bursera*.

B. Des gommes résines $\left\{ \begin{array}{l} \textit{Boswellia}. \\ \textit{Commiphora}. \end{array} \right.$

On voit dans toutes ces classifications, qu'on s'appuie sur un caractère ou sur l'autre, qu'il existe toujours deux groupes que nous pensons devoir être considérés comme deux tribus :

1° Les *Canariées* (tribus nov.) caractérisées par des *faisceaux anormaux dans la tige ou au moins dans la feuille, la fleur du type 3*, le fruit indéhiscent, à un seul noyau pluriloculaire renfermant 1-3 embryons à cotylédons toujours plissés, composés ou au moins lobés.

2° Les *Protiiées*, comprenant les *Garugeæ* de Marchand (1) plus ses *Hedrigiæ* (moins *Trattinickia*) et ses *Protiæ* (moins nos *Canariinées*) dépourvues de *faisceaux anormaux*, à fleur du type 5 ou 4, à fruit déhiscent ou non contenant un ou plusieurs noyaux, à une ou plusieurs loges renfermant des embryons à cotylédons plissés ou non, composés ou non.

La transition entre ces deux tribus est marquée :

1° Par les *Scutinanthe* ayant un fruit indéhiscent à un seul noyau pluriloculaire comme les *Canariées*, mais possédant une fleur du type 5 et manquant de faisceaux anormaux.

(1) *Recherches sur l'organisation des Burséracées*. Paris, 1868, p. 30.

2° Par les *Tetragastris* ne présentant ni faisceaux anormaux ni fruit indéhiscant et à un seul noyau pluriloculaire mais possédant comme les *Trattinickia* une corolle gamopétale.

CHAPITRE II. — AFFINITÉS DES BURSÉRACÉES.

On voit qu'il n'existe que peu de caractères absolument fixes chez les Burséracées : les fleurs sont *ordinairement dialypétales*, mais pas toujours (*Trattinickia*, *Tetragastris*), l'androcée est *généralement diplostémone*, mais est parfois isostémone (*Crepidospermum*), le *disque* nectarifère est *le plus souvent continu*, mais est formé de glandes séparées chez l'*Aucoumea*.

Le *fruit* est également *variable*.

Il est de même des *cotylédons ordinairement plissés*.

Mais il existe un caractère absolument fixe : le nombre des ovules dans chaque loge qui est de deux.

Nous avons vu, qu'au point de vue anatomique il y avait deux caractères absolument constants :

1° La présence de canaux sécréteurs dans le liber primaire, formés dans le procambium ;

2° L'existence dans la tige et la racine d'un péricycle sclérifié au moins en partie ; la sclérification n'existant naturellement pas dans les organes très jeunes, ce caractère n'a de valeur que pour l'adulte.

Nous venons de voir en outre que l'Amryine se rencontre dans les sécrétions des Burséracées, mais aussi dans celles des Rutacées.

Les particularités absolument caractéristiques des Burséracées se réduisent donc seulement :

1° A la présence de canaux sécréteurs libériens formés dès le procambium ;

2° A l'existence de deux ovules par loges de l'ovaire.

C'est le critérium des Burséracées, qui sera extrêmement précieux puisqu'il permet en n'ayant qu'une fleur, ou même qu'un fruit pourvu qu'il contienne un embryon, sinon mûr, au moins assez avancé, de reconnaître qu'on a affaire à une Burséracée.

Les limites de la famille étant ainsi nettement établies, celle-ci peut être décrite ainsi :

Plantes ligneuses, à feuilles alternes à l'état adulte, composées pennées, rarement simples, à fleur du type 3 ou 5-4, en général dialypétales et diplostémones, à étamines souvent soudées en tube à la base et à anthères biloculaires, à déhiscence longitudinale, à ovaire supère, à carpelles soudés limitant plusieurs loges biovulées, à placentation axile et à style unique. Fruit déhiscence ou non à 1-5 noyaux ligneux ou parcheminés, uniloculaires ou non, chaque loge ne renfermant qu'un embryon à radicule supère, presque toujours complètement droit, à cotylédons en général plissés, le plus souvent non entiers. Toujours des canaux sécréteurs dans le liber primaire et, chez l'adulte, un péricycle sclérifié, au moins en partie dans la racine et la tige. Résines ou gommés résines à « Resen » et à Amyrine.

Il est hors de doute que la famille doit donc se placer dans le groupe des Dicotylédones, dialypétales, à placentation axile, pistil libre, androcée ordinairement diplostémone, à anthères à déhiscence longitudinale, pourvues de cellules sécrétrices spéciales dans les tissus internes, c'est-à-dire au voisinage de Rutacées, Anacardiées, Simarubacées, Cnéoracées, Méliacées, Coriaracées, Sapindacées et Hippocastanacées : il est également évident que les affinités les plus marquées se trouvent avec :

1° Les Rutacées dont les loges de l'ovaire renferment presque toujours plus d'un ovule (1) dont les filets staminaux sont assez souvent soudés en tube à la base et dont les résines renferment de l'Amyrine mais qui n'offrent pas de canaux sécréteurs libériens ;

2° Les Anacardiées, pourvues de canaux sécréteurs dans le liber et d'un péricyclele plus souvent scléreux mais n'ayant qu'un ovule par loge de l'ovaire ;

3° Les Méliacées, présentant en général deux ovules par loge ovarienne, et des filets staminaux soudés en tube ;

4° Les Simarubacées qui possèdent un système sécréteur interne mais dans le bois et un seul ovule par loge de l'ovaire.

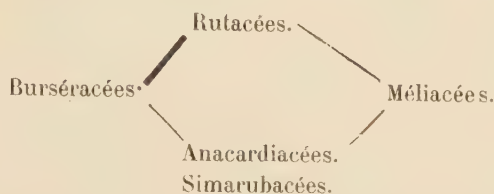
Quant aux soi-disant affinités avec les Juglandacées, nous ne

(1) Quand il y a plus d'un ovule, chez les *Erodia* par exemple, ceux-ci sont souvent suspendus l'un au-dessus de l'autre et non l'un à côté de l'autre comme chez les Burséracées, mais on trouve aussi des genres à deux ovules collatéraux, les *Zantoxylum* par exemple.

saurons mieux faire que de rappeler la phrase d'Eichler :

« Les feuilles composées des Juglandacées et leurs qualités « aromatiques sont les seuls caractères qui rapprochent cette « famille des Térébinthacées. »

On peut exprimer ces diverses affinités dans le schéma suivant où le trait fort indique les ressemblances les plus accentuées :



Bentham et Hooker, dans leur *Genera Plantarum*, ont éloigné les Anacardiacees des Burséracées qu'ils ont placées non loin des Rutacées ; Engler dans les *Pflanzenfamilien* a même accentué cette distinction.

D'APRÈS BENTHAM ET HOOKER :

<i>Rutacées.</i>	Célastrinées.
Simarubées.	Stackousiées.
Ochnacées.	Rhamnées.
<i>Burséracées.</i>	Ampélidées.
Méliacées.	Sapindacées.
Chaillétiacées.	Sabiacées.
Olinées.	<i>Anacardiacees.</i>
Ilicinées.	

D'APRÈS ENGLER :

<i>Rutacées.</i>	Dichapétalacées.
Simarubacées.	Euphorbiacées.
<i>Burséracées.</i>	Callitrichacées.
Méliacées.	Empetracées.
Trigoniacées.	Coriariacées.
Vochysiacées.	Buxacées.
Trémendacées.	Limnanthacées.
Polygalacées.	<i>Anacardiacees.</i>

Sans vouloir tomber, comme Baillon, dans l'excès contraire en faisant des Burséracées et des Anacardiacees une seule famille, ne vaudrait-il pas mieux cependant les rapprocher, car « les détails anatomiques sont des faits comme les autres et il n'y a pas de raison pour les négliger (1) » et on doit en tenir compte dans une classification réellement naturelle, aussi proposons-nous de grouper les familles les plus voisines des Burséracées dans l'ordre suivant :

Rutacées.
Burséracées.
Méliacées.
Anacardiacees.

Simarubacées.
Cnéoracées.
Sapindacées.

(1) Alp. de Candolle, *La Phytographie*, p. 232.

CONCLUSION

Dans le présent exposé de nos recherches sur la structure comparée et le développement des Burséracées, nous nous sommes efforcé de réduire le texte au strict minimum; nous avons préféré décrire les faits brièvement et donner le plus possible de dessins, de schémas et de photographies, ce qui met les particularités de structure et d'aspect beaucoup plus en relief que ne saurait le faire la description la plus longue et la plus détaillée.

Il n'y avait guère sur l'anatomie des Burséracées que des études particulières ou des observations occasionnelles : Marchand, Jadin n'avaient étudié que la tige, Van Tieghem que les canaux sécréteurs, Vesque, Blenk, Eichler, C. de Candolle que la feuille, Moëller et Boorsma que le bois, etc. ; Stépowski n'avait observé que la tige et la feuille de dix-sept espèces; Solereder lui-même, dans son travail si important sur l'Anatomie systématique des Dicotylédones, s'était presque borné à recueillir les documents épars sur la famille, ne faisant que très peu d'observations personnelles. Seul Peter, à la suite de ses recherches sur le *Boswellia Carteri*, s'était efforcé d'étendre ses recherches à tout le genre, mais s'était limité aux organes végétatifs (1).

Nous pensons donc être le premier à avoir entrepris un travail d'ensemble, sur la structure et le développement des Burséracées.

On n'avait aucun renseignement sur la structure anatomique de la fleur : nous avons montré que les pétales, les nectaires, parfois le style, étaient garnis de papilles mais qu'il n'y avait là que des caractères spécifiques manquant de généralité. Nous avons également indiqué que, presque toujours, le style présentait autant de cordons de tissu conducteur du tube pollinique que de carpelles.

Les faisceaux libéro-ligneux anormaux, c'est-à-dire orientés à contre-sens et internes par rapport à l'anneau libéro-ligneux, n'avaient été signalés que dans la tige des *Canarium*, nous avons trouvé que ces faisceaux se rencontraient aussi chez les *Canariellum*, *Santiria*, *Pachylobus*, *Dacryodes* et *Trattinickia*,

(1) On trouvera ci-après un index bibliographique dans lequel nous avons suivi l'ordre chronologique comme exprimant le développement historique de nos connaissances sur la structure des Burséracées.

c'est-à-dire chez tous les genres à fleur du type 3, dont nous avons fait nos *Canariinées*, mais que, chez ces cinq derniers genres, ils n'existaient que dans la feuille. Ayant suivi le trajet de ces faisceaux et saisi leur mode de formation, nous nous sommes convaincu qu'ils n'étaient pas et n'avaient jamais été des portions anormalement placées de faisceaux normaux.

Les particularités de structure de la feuille (présence d'un hypoderme) confirment les caractères uniquement morphologiques mais assez peu marqués, qui permettent de distinguer les *Dacryodes* des *Pachylobus*, les *Canariellum* des *Canarium*, et les *Aucoumea* des *Boswellia*.

Enfin nous nous sommes efforcé de faire connaître les embryons si curieux par leurs cotylédons contournés et plissés, le plus souvent composés, parfois seulement lobés, rarement entiers. Nous avons toutefois fait remarquer que les *Tetragastris* et les *Crepidospermum* s'éloignent du type général par leurs cotylédons non plissés et que ce dernier genre rappelait les Anacardiacées par son embryon légèrement courbe. Nous avons montré le grand intérêt que présentent les germinations puisqu'elles permettent de caractériser très nettement les genres.

Nous basant sur l'étude de la morphologie, de la structure et du développement, nous avons pu dégager les caractères qui permettent de distinguer les Burséracées des autres familles.

Les deux seuls qui soient absolument constants sont :

1° La présence de canaux sécréteurs libériens formés dès le procambium ;

2° L'existence de deux ovules par loge de l'ovaire.

En nous servant de ces caractères, nous avons recherché, pour terminer, quelles étaient les véritables affinités des Burséracées : comme l'ont pensé la plupart des auteurs, elles doivent se placer entre les Rutacées et les Anacardiacées, mais c'est indûment, ce nous semble, qu'on les a éloignées de cette dernière famille.

Pour être complet, il nous eût fallu des échantillons de *Canariastrum* et les semences de *Dacryodes*, *Trattinickia*, *Canariellum*, *Commiphora* et *Triomma*, mais il nous a été impossible de nous en procurer ; nous espérons que les voyageurs qui parcourent les régions où se trouvent ces genres voudront bien penser à nous et nous permettre ainsi de compléter ce travail.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE DES TRAVAUX SUR LA STRUCTURE DES BURSÉRACÉES

1866. L. MARCHAND, Recherches pour servir à l'histoire des Burséracées, I (*Adansonia*, VII).
1867. Id., Recherches pour servir à l'histoire des Burséracées, II (*Adansonia*, VIII).
1867. Id., Recherches sur l'organisation des Burséracées (*Adansonia*, VIII).
1868. Id., Recherches sur l'organisation des Burséracées. Paris.
1872. VAN TIEGHEM, Mémoire sur les canaux sécréteurs des plantes (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 5^e série, XVI).
1875. VESQUE, Mémoire sur l'anatomie comparée de l'écorce (*Id.*, 6^e série, II).
1876. MOELLER, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes (*Denskschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu Wien*, XXXVI).
1877. DE BARY, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Ferne. Leipzig.
1877. HÖHNEL, Kork (*Sitzungsberichte der Wiener Akademie*, LXXVI).
1878. BAILLON, Sur les Burséracées (*Bull. de la Soc. linn. de Paris*, 1877).
1878. EICHLER, Blütendiagramme, I. Leipzig.
1879. C. DE CANDOLLE, Anatomie comparée des feuilles chez quelques familles de Dicotylédones (*Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève*, XXVI).
1884. BLENK, Ueber die durchsichtigen Punkte in den Blättern (*Flora*, 1884).
1885. SOLEREDER, Ueber den systematischen Werth der Holzstructur bei den Dicotyledonen. Munich.
1888. TSCHURCH, Ueber die Entwicklungsgeschichte einiger Secretbehälter und die Genesis ihrer Secrete (*Berichte der Botan. Garten*, 1888).
1890. WEISS, Beiträge zur Kenntniss der Korkbildung (*Denskschriften der Kgl. Bayerischen Botan. Garten zu Regensburg*, VI).
1890. EICHLER, Blütendiagramme, II.
1891. JOHANNSON, Noch wenig bek. Rinden.
1893. BECHERAZ, Ueber die Secretbildung in den Schizogenen Gängen (*Archiv für Pharmacie*, Bd CCXXXI).
1893. JADIN, Observations sur quelques Térébinthacées (*Journ. de Bot.*, VII).
1894. Id., Recherches sur la structure et les affinités des Térébinthacées (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 7^e série, XIX).
1894. Id., Contribution à l'étude des Térébinthacées. Montpellier.
1898. BOERGENSEN et PAULSEN, Ømmi Vegetationen paa de dansk-vestindiske Oer (*Botanische Tidsskrift*, XXII).
1899. SOLEREDER, Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart.
1899. PITARD, Recherches sur l'anatomie comparée des pédicelles floraux et fructifères. Bordeaux.
1902. PØULSEN, Luftrødder hos *Canarium commune* (*Videnskabelige Meddelelser Plantentuin. Kjøbenhavn*).
1902. BEILLE, Recherches sur le développement floral des Disciflores. Bordeaux.

1902. BARGAGLI-PIETRUCCHI, Concrezioni silicee intracellulari nel legno secundario di alcune Dicotyledoni (*Malpighia*, XVII).
1903. PETER, Zur Anatomie der Vegetations-Organen von *Boswellia Carteri* (*Sitzungsberichte der Kais. Akademie zu Wien. Math. naturw. Klasse CXII*, et *Anzeiger der Akademie*).
1905. ARESCHOUS, Trop. vaext. bladbygg (Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar).
1905. STEPÓWSKI, Vergleichend-Anatomische Untersuchungen über die oberirdischen Vegetations-Organen der *Burseraceae*, *Dipterocarpaceae* und *Guttiferæ* mit besonderer Berücksichtigung der Sekretbehälter. Berne.
1907. BOORSMA, Aloëholz (*Bull. du départ. de l'Agric. aux Indes néerlandaises*, VII).
1907. GUILLAUMIN, Les faisceaux anormaux chez les *Canarium* et genres affines (*Bull. du Mus. d'hist. nat.*, n° 7).
1908. Id., Sur la valeur et les affinités des genres *Pachylobus*, *Santiriopsis* et *Dacryodes* (*Id.*, n° 3).
1908. Id., Le *Porphyranthus* est-il une Burséracée? (*Journ. de Bot.*, 2^e série, I, n° 12).
1909. Id., Recherches sur le genre *Pachylobus* (*Id.*, 2^e série, II, n° 1).
-

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

Limites de la famille des Burséracées, sa position dans la classification.....	201
--	-----

PREMIÈRE PARTIE

(Partie descriptive.)

1. <i>Crepidospermum</i>	206
2. <i>Protium</i>	207
3. <i>Tetragastris</i>	213
4. <i>Trattinnickia</i>	215
5. <i>Canarium</i>	219
6. <i>Canarium</i>	249
7. <i>Pachylobus</i>	254
8. <i>Dioscorea</i>	255
9. <i>Santiria</i>	257
10. <i>Scutinanthe</i>	260
11. <i>Aucoumea</i>	262
12. <i>Triomma</i>	267
13. <i>Bursaria</i>	268
14. <i>Bursaria</i>	273
15. <i>Commiphora</i>	279
16. <i>Guthriea</i>	283
17. <i>Commiphora</i>	288

DEUXIÈME PARTIE

(Partie systématique.)

CHAPITRE PREMIER. — <i>Classification des Burséracées</i>	289
Classification anatomique.....	290
Classification d'après les fruits, graines et germinations.....	291
Classification d'après la fleur.....	292
Classification générale.....	293
CHAPITRE II. — <i>Affinities des Burséracées</i>	295
Conclusions.....	298
Index bibliographique des travaux sur la structure des Burséracées....	300

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

GÉOLOGIE. — Structure des principaux volcans de la région méditerranéenne.

ZOOLOGIE. — Cæcums et appendices chez les mammifères.

Vu et approuvé : Paris, le 10 novembre 1909,

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

PAUL APPELL.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vicaire-Recteur de l'Académie de Paris,

L. LIARD.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

Limites de la famille des Burséracées, sa position dans la classification.....	201
--	-----

PREMIÈRE PARTIE

(Partie descriptive.)

1. <i>Crepidospermum</i>	206
2. <i>Protium</i>	207
3. <i>Tetragastris</i>	213
4. <i>Trattinickia</i>	215
5. <i>Canarium</i>	219
6. <i>Canariellum</i>	249
7. <i>Pachylobus</i>	251
8. <i>Dacryodes</i>	255
9. <i>Santiria</i>	257
10. <i>Scutinanthe</i>	260
11. <i>Aucoumea</i>	262
12. <i>Triommu</i>	267
13. <i>Boswellia</i>	268
14. <i>Bursera</i>	273
15. <i>Commiphora</i>	279
16. <i>Garuga</i>	283
17. <i>Canariastrum</i>	288

DEUXIÈME PARTIE

(Partie systématique.)

CHAPITRE PREMIER. — <i>Classification des Burséracées</i>	289
Classification anatomique.....	290
Classification d'après les fruits, graines et germinations.....	291
Classification d'après la fleur.....	292
Classification générale.....	293
CHAPITRE II. — <i>Affinités des Burséracées</i>	295
Conclusions.....	298
Index bibliographique des travaux sur la structure des Burséracées....	300

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

GÉOLOGIE. — Structure des principaux volcans de la région méditerranéenne.

ZOOLOGIE. — Cæcums et appendices chez les mammifères.

Vu et approuvé : Paris, le 10 novembre 1909,

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

PAUL APPELL.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

L. LIARD.

